

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

STUDIE TECHNICKÝCH PROVEDENÍ A EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ SYSTÉMŮ VYTÁPĚNÍ

The study of Technical Implementation and Economic Evaluation of Heating Systems

Student:

Bc. Monika Orságová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Monika Orságová

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

2303T002 Strojírenská technologie

Specializace:

10 Technologický management

Téma:

Studie technických provedení a ekonomického vyhodnocení systémů
vytápění
The Study of Technical Implementation and Economic Evaluation of
Heating Systems

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu.
2. Posouzení současného stavu.
3. Specifikace problému.
4. Návrh řešení.
5. Celkové zhodnocení řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421 s. ISBN 80-247-0199-5.
Racionalizace výroby [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007.
[cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
Organizace a řízení [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit.
2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.

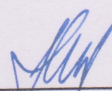
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

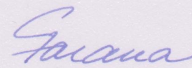
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



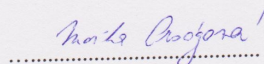

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21. 5. 2012



Bc. Monika Orságová
Bludovice 148
741 01 Nový Jičín

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst.3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21. 5. 2012


.....
Bc. Monika Orságová

Bludovice 148
741 01 Nový Jičín

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ORSÁGOVÁ, M. *Studie technických provedení a ekonomického vyhodnocení systémů vytápění*. Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, 63 s. Diplomová práce, vedoucí: Novák, J.

Předmětem této práce je studie technických provedení a ekonomického zhodnocení systémů vytápění rodinného domu. S ohledem na tento cíl jsou zde popsány různé systémy vytápění dle použitého zdroje tepla. Posuzovány jsou dvě varianty rodinného domu a technické provedení vybraných zdrojů tepla. Závěr práce je věnován zhodnocení investičních a provozních nákladů vybraných zdrojů. Práce je ukončena doporučením nejvýhodnějšího způsobu vytápění pro dané rodinné domy.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ORSÁGOVÁ, M. *The study of Technical Implementation and Economic Evaluation of Heating Systems*. Ostrava: Institute of Mechanical Technology, Faculty of Mechanical Engineering VSB – Technical University of Ostrava, 2012, 63 p. Master thesis, leadership: Novák, J.

The subject of this thesis is the study of technical implementation and economic evaluation of heating systems of the family house. With regard to this objective are described by different heating systems of the source of heat. Assessed are two variants of the family house and technical implementation of selected sources of heat. The conclusion of the work is devoted to the assessment of the investment and operating costs of the selected resources. The work is completed with the recommendation of the most suitable heating system for family house.

Seznam použitého značení

A	ampér – jednotka pro elektrický proud
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
°C	Celsiův stupeň – jednotka teploty
CO ₂	oxid uhličitý, bezbarvý plyn bez chuti a zápachu
dB	decibel – jednotka pro měření hladiny hluku
dm ³	decimetr krychlový – jednotka objemu
DPH	daň z přidané hodnoty
fotovoltaické články	součástky schopné přeměňovat světlo na elektrickou energii
GJ/rok	počet gigajoulů (jednotka práce a energie) za 1 rok
Hz	hertz – jednotka frekvence (kmitočtu)
K	Kelvin je 1/273,16 díl termodynamické teploty trojného bodu vody
Kč	Koruna česká – měnová jednotka České republiky
Kč/rok	počet korun českých za 1 rok
kg	kilogram – jednotka hmotnosti
kg/m ³	počet kilogramů na 1 metr krychlový
kW	kilowatt – výkon
kWh	kilowatt hodina – práce a energie
LTO	lehký topný olej
MJ/kg	počet megajoulů (jednotka práce a energie) na 1 kilogram

MJ/l	počet megajoulů (jednotka práce a energie) na 1 litr
Mwh/rok	počet megawatthodin (práce a energie) za 1 rok
m ²	metr čtvereční – jednotka obsahu
max.	maximum, maximálně
mbar	milibar – vedlejší jednotka tlaku, také hektopascal
min.	minimum, minimálně
m ³ /den	počet metrů krychlových za 1 den
mm	milimetr – délková jednotka
NPV	čistá současná hodnota
např.	například
OV	otopná voda
s	sekunda – jednotka času
TUV	teplá užitková voda
tzv.	takzvaný
V	volt – jednotka elektrického napětí
W	watt - výkon

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Systémy vytápění.....	10
2.1 Lokální topení.....	10
2.2 Etážové vytápění.....	11
2.3 Ústřední vytápění.....	13
2.4 Dálkové vytápění.....	14
2.5 Podlahové vytápění.....	15
3 Klasická topidla.....	17
3.1 Elektrické kotle.....	17
3.2 Kotle plynové.....	17
3.3 Kotle na pevná paliva.....	18
3.4 Kotle na kapalná paliva.....	23
3.5 Krby a kamna.....	24
4 Alternativní topidla.....	25
4.1 Tepelná čerpadla.....	25
4.2 Solární vytápění.....	27
4.3 Infra vytápění.....	30
4.4 Teplovzdušné topení.....	30
5 Otopná tělesa.....	33
6 Stanovení spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu.....	35
7 Vybrané zdroje tepla a jejich technické provedení.....	42
7.1 Kotel na dřevo	42
7.2 Plynový kotel.....	46
7.3 Kotel na dřevěné pelety.....	51
8 Ekonomické hodnocení vybraných systémů vytápění.....	57
9 Závěr.....	63
10 Seznam použitých pramenů	64

1 Úvod

Cílem studie je najít vhodný systém vytápění zvoleného objektu. Systém vytápění je investicí na mnoho let dopředu a pokud zvolíme špatně, může to pro nás znamenat zbytečné zvýšení nákladů na pořízení a vysoké provozní náklady. Je třeba počítat také s tím, že naše požadavky na komfort a náklady s ním spojené se postupem času mohou změnit. Jelikož nepředpokládáme zlevnění energií z rozvodných sítí, měl by být náš systém vytápění na těchto energiích co nejméně závislý, případně by mělo být možno systém přizpůsobit novým požadavkům nebo napojit na náhradní zdroj. Důležité je pro nás také dodržení určitého komfortu, který požadujeme.

Dříve, než se rozhodneme pro konečné řešení našeho topného systému, musíme znát odpovědi na řadu důležitých otázek, z nichž nejdůležitější jsou – kolik potřebujeme tepla, jaké zdroje energie máme k dispozici, kolik nás bude stát teplo při používání vybraných paliv, velikost počáteční investice a provozní náklady systému.

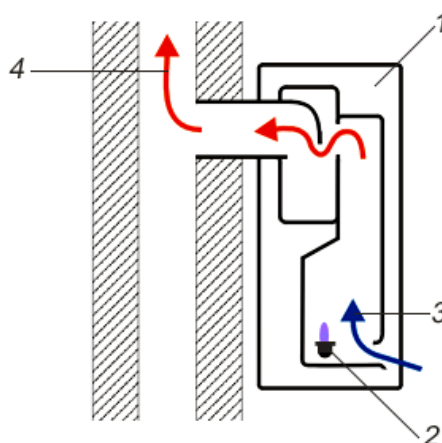
Při zjišťování potřeby tepla je pro nás důležité co nejpřesněji určit teplo potřebné jak pro vytápění zvoleného objektu, tak teplo potřebné pro ohřev teplé užitkové vody. Počítat musíme také s budoucí potřebou, která se může měnit dle počtu osob v objektu. Dále musíme zvážit všechny dostupné zdroje energie, udělat přehled dostupných a pro náš objekt vhodných systémů topení a zvážit jejich výhody a nevýhody. Náklady na teplo při použití různých paliv zjistíme rozбором dostupných zdrojů a zvolíme pro nás nejvhodnější palivo. Při výběru kromě ceny hodnotíme také komfort a stabilitu dodávek paliva, případně skladovací nároky. V konečné fázi stanovíme velikost počáteční investice do zvolených systémů vytápění, provozní náklady a vybereme konečné vhodné řešení našeho topného systému.

2 Systémy vytápění

Objekty mohou být vytápěny několika různými systémy, které se liší druhem používaných paliv, způsobem provedení a umístění topidel, způsoby rozvodů tepla do jednotlivých místností, výkonem, odtahem spalin nebo také způsobem obsluhy a doplňování paliva. Jednotlivé druhy vytápění jsou velmi odlišné, proto jsou při výběru otopného systému důležité podmínky využívání tepla konkrétního domu, dostupnost paliva a energií v místě objektu ale také finanční možnosti investora. Otopné systémy lze rozdělit do několika základních skupin, kde hlavním hlediskem je počet vytápěných obytných jednotek a umístění topidla.

2.1 Lokální topení

Lokální topení řadíme k nejjednodušším způsobům vytápění jedné či více místností bez rozvodů tepla. Zdrojem tepla a také topným tělesem je topidlo, které předává teplo do celých místností. Tento způsob vytápění se používá nejčastěji v budovách využívaných jen občas jako jsou chaty a rekreační objekty, nebo v menších objektech, kde se nevyplatí stálé vytápění jako jsou například sklepy, garáže apod. Výhodné je také v místech, kde nejsou dostupné inženýrské sítě. Výhodou lokálního vytápění je jednoduchá obsluha, nízké pořizovací náklady, rychlé uvedení do provozu a vytopení místností. Na druhé straně je třeba zmínit i nevýhody, kterými je velmi nákladný provoz tohoto systému vytápění, potřeba samostatného topidla v každé místnosti, obtížná regulace teploty v místnosti a potřeba samostatného kouřovodu pro každé topidlo.



Obrázek 1: Lokální topení [11]

Při vytápění objektu lokálním vytápěním můžeme vybírat z těchto druhů topidel:

elektrická lokální topidla

- elektrické přímotopy
- nástěnné infrazářiče
- akumulční elektrická kamna
- elektrické krby

plynová lokální topidla

- nástěnná plynová lokální topidla
- přenosová plynová lokální topidla

lokální topidla na tuhá paliva

- kamna
- krby
- krbová kamna

2.2 Etážové vytápění

Tímto systémem vytopíme více místností jednoho bytu nebo patra jedním topidlem s rozvody tepla a otopných těles (rozvody tepla jsou pouze v jednom podlaží). Používá se nejčastěji k vytápění jedné bytové jednotky, kanceláří či jednoho patra domu. Výhodou proti lokálnímu vytápění je použití jednoho topidla, které obvykle umísťujeme mimo obývané místnosti, lze jej napojit na prostorové termostaty ve vytápěných místnostech a

tím můžeme snadno regulovat teplotu v místnostech. Centrální topidlo etážového vytápění lze většinou používat i pro ohřev vody v domácnosti. Instalací čerpadel při používání etážového vytápění, dosáhneme snížení nároků na množství vody v systému a také tepelnou kapacitu otopné soustavy. Tepelný výkon jednotlivých otopných těles lze regulovat samostatně pomocí ručních ventilů, výhodnější je ale použít prostorový regulátor pro regulaci celé soustavy, který umístíme v nejčastěji používané místnosti.

Pro etážové vytápění nejčastěji používáme jako topidla kotle, čili bojler se zásobníkem ohřáté vody, modernější topidla pracují na principu průtokového ohřevu vody bez zásobníku. Druhy topidel, která je možno použít při užívání etážového topení jsou:

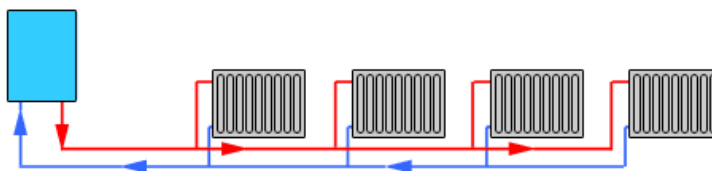
kotle na tuhá paliva – uhlí, dřevo, štěpka

kotle na kapalná paliva – topná nafta, lehké topné oleje

plynové kotle – zemní plyn, svítiplyn

elektrické kotle – převádí elektřinu na teplo

Etážové topení poskytuje uživatelům vysoký komfort bydlení. Velkou výhodou je fakt, že uživatel sám může určovat teplotu ve vytápěných místnostech a snadno reguluje teplo. Topidlo neomezuje uživatele svým provozem, protože je umístěno mimo obytné místnosti a náklady připadají pouze na jednoho konkrétního spotřebitele. V tomto případě si spotřebitel sám zajišťuje instalaci a údržbu topidla a kouřovodů, což může být považováno za nevýhodu. Nevýhodou jsou také vyšší náklady na zavedení otopného systému.



Obrázek 2: Etážové vytápění [11]

2.3 Ústřední vytápění

Ústřední topení je nejvíce využívaným systémem pro vytápění obytných domů. Je založen na systému jednoho topidla umístěného v samostatné místnosti, kdy rozvody topení rozvádí teplo do všech podlaží domu konvencí (prouděním ohřátého vzduchu) a tepelným vyzařováním. Teplo je do místností předáváno soustavou otopných těles.

Pro ústřední vytápění nejčastěji používáme jako topidla kotle, čili bojler se zásobníkem ohřáté vody, modernější topidla pracují na principu průtokového ohřevu vody bez zásobníku. Druhy topidel používaných u tohoto systému jsou:

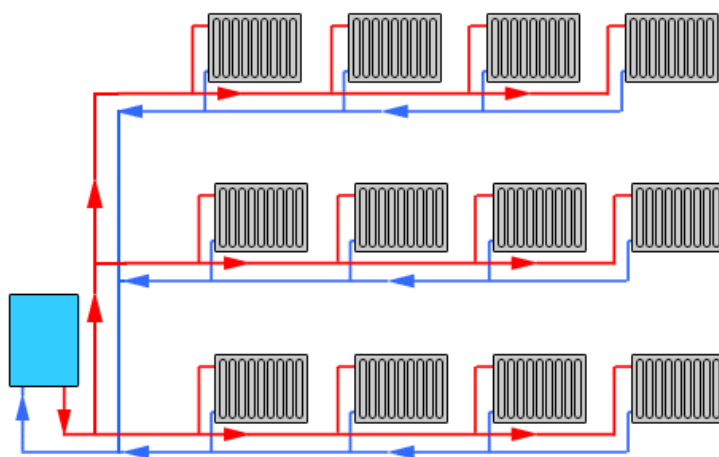
kotle na tuhá paliva – uhlí, dřevo, štěpka

kotle na kapalná paliva – topná nafta, lehké topné oleje

plynové kotle – zemní plyn, svítiplyn

elektrické kotle – převádí elektřinu na teplo

Ústřední topení poskytuje uživatelům vysoký komfort bydlení stejně jako etážové vytápění. Při používání tohoto systému dochází k minimálním ztrátám během přenosu tepla, servis a údržba probíhá centrálně v místnosti kotelny. Topidlo je umístěno mimo obytné místnosti, takže neomezuje uživatele svým provozem. Nevýhodami jsou však komplikovaná údržba otopných těles a složitější regulace tepla, protože vzdálenější otopná tělesa topí méně než otopná tělesa bližší topidlu. Důležité je také to, že na jeho provozu se podílí více uživatelů, proto mohou vznikat problémy s plýtváním teplem a účtováním nákladů na topení.



Obrázek 3: Ústřední vytápění [11]

2.4 Dálkové vytápění

Systém, kdy jedním topidlem nebo systémem topidel umístěnými ve vzdálené kotelně nebo pomocí výměníku tepla vytápíme více objektů. Teplo do objektů přenáší trubkové rozvody a poté teplo přechází do místností otopnými tělesy. Tento systém je nejčastěji používán na sídlištích, v řadových domech, školách, nemocnicích. Hlavní výhodou dálkového vytápění je úspora nákladů na obsluhu a provoz, které by vznikly u více topidel. Naopak nevýhodami jsou velké tepelné ztráty, které vznikají v parovodech a výměnících, ohrožení obyvatel při výpadku zdroje tepla a samozřejmě problémy při zúčtování nákladů na vytápění.

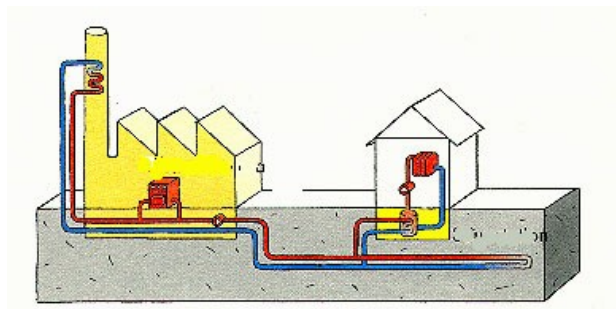
Pro dálkové vytápění jsou jako zdroje tepla používány kotle ve vzdálených kotelnách, které jsou řízeny automatizovaným systémem regulace výkonu. V kotelně bývá umístěno několik kotlů, a do provozu se jich uvádí tolik, kolik je třeba dle venkovní teploty. Na větších sídlištích se místo kotlen používají výměníkové stanice, které zajišťují přenos tepla z parovodů do jednotlivých domů. Přehřátá pára je potom parovody rozváděna ze vzdálené teplárny do výměníkových stanic. Ve výměníku pára z teplárny přechází do tzv. primárního okruhu, a ten pak předává teplo do sekundárních okruhů z nichž se teplo přenáší ke konečnému uživateli. Druhy používaných topidel:

kotle na tuhá paliva – uhlí, dřevo, štěpka, koks

kotle na kapalná paliva – topná nafta, lehké topné oleje

plynové kotle – zemní plyn, svítiplyn

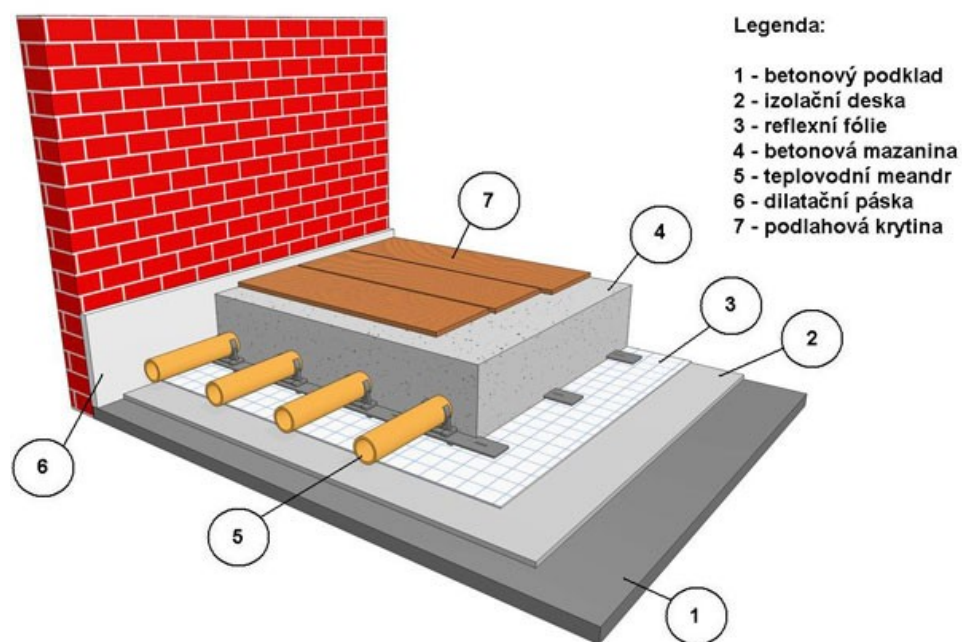
elektrické kotle – převádí elektřinu na teplo



Obrázek 4: Dálkové vytápění [11]

2.5 Podlahové vytápění

Podlahové vytápění je druh etážového ale také ústředního vytápění, kdy je teplo předáváno systémem trubek umístěných v podlaze přímo do podlahy. Rozvody tepla plní tedy i funkci otopných těles. Existují dva druhy podlahového vytápění – systém s topidlem a rozvody tepla s ohřátou vodou, která je vedena v trubkách a hadech. Druhou možností je podlahové topení s elektrickými topnými tělesy, které funguje bez oběhu otopné kapaliny. Tento systém je jednodušší a montáž je také jednodušší než u systému vytápění v trubkách, nevýhodou jsou však vyšší náklady na provoz. Podlahové vytápění je výhodné zejména proto, že sálání podlahy umožní snížit teplotu v topném okruhu až o 3 °C a díky tomu klesají výkon topidla a spotřeba paliva, ve vytápěných prostorách nedochází k nadměrnému víření prachu, otopná tělesa šetří prostor určený k bydlení. Podlahové topení můžeme kombinovat i s dalšími systémy pro zvýšení komfortu bydlení. Nevýhodou je velká tepelná setrvačnost místností a náchylnost k tvoření plísní v méně vytápěných místnostech.



Obrázek 5: Podlahové vytápění [11]

3 Klasická topidla

Zařízení používaná k přeměně elektrické energie, energie paliv na teplo pro vytápění objektů nazýváme topidla. Klasická topidla se vyznačují velkou oblibou z důvodu nízkých pořizovacích nákladů a snadné dostupnosti. Klasická topidla dělíme do dvou skupin podle způsobu přenosu tepla a to na přímotopy (krby, kamna, elektrické přímotopy apod.) a kotle.

3.1 Elektrické kotle

Elektrické kotle přímo přeměňují elektrickou energii na teplo. Jsou užívány pro ohřev teplé užitkové vody a k vytápění, jejich výhodou je rychlá instalace a nízké pořizovací náklady. Mezi další výhody, které zvyšují komfort při jejich používání je rychlá reakce na okamžitou potřebu tepla, možnost dálkového ovládání, jednoduchá a lehká konstrukce, malý objem a hmotnost, zcela tichý provoz. Elektrické kotle pro svůj provoz nepotřebují kromě rozvodů elektrického proudu žádné jiné přípojky ani komín (nevznikají spaliny) a také odpadá starost s dodávkou a uskladněním paliva. Na druhé straně je nutno počítat s velmi vysokými provozními náklady a možností samovolného odpojení v případě přetížení nebo výpadku elektrických soustav.

3.2 Kotle plynové

Plynové kotle mohou být používány všude, kde je veřejný plynovod. Palivem těchto kotlů je obvykle zemní plyn, méně pak svítiplyn či jiné technické plyny. Můžeme si vybrat z nejjednodušších modelů až po kotle, které lze programovat pro různé profily a ovládat na dálku přes internet či mobilní telefon. Nespornou výhodou je možnost automatické regulace bez zásahů obsluhy, vysoká výhřevnost, minimální exhalace, přijatelná cena topných plynů a také doprava paliva. Při zavedení přípojky veřejného plynovodu však musíme počítat s vysokými náklady na napojení. Hrozí zde nebezpečí exploze při poruše těsnosti plynových rozvodů. Druhy plynových kotlů:

závěsné plynové kotle – zavěšujeme na konzoly upevněné ve zdi, tímto způsobem obvykle vytápíme jednu bytovou jednotku

stacionární plynové kotle – stojí na podlaze, jsou užívány k vytápění více bytů (celých domů)

kondenzační plynové kotle – tyto využívají energii horké vodní páry ve spalínách pro ohřívání otopné vody a dosahují až o 15% vyšší účinnosti

3.3 Kotle na pevná paliva

Kotle na pevná paliva jsou kotle, ve kterých můžeme spalovat rostliny, dřevo, koks nebo uhlí v různých podobách, jako například špalky, piliny, drť, prach apod. Kotle se vyrábí v různých provedeních. Mezi kotle na pevná paliva patří kotle na dřevo, kotle na uhlí, koks a kotle na pelety.

Kotle na dřevo

Vytápění dřevem patří k levnému a ekologickému způsobu vytápění. Kotle na dřevo jsou obvykle umístěny v místnosti mimo obytné prostory a jsou opatřeny výměníkem tepla, kterým koluje otopná kapalina (většinou voda). Kotle jsou napojeny na otopné systémy a otopná tělesa, která šíří teplo do obývaných místností.

Výhodou je dobrá dostupnost dřeva. Kvalita dřeva je závislá především na stupni vysušení, formě a zpracování a také na druhu stromu. Výhřevnost a efektivitu vytápění dřevem nejvíce ovlivňuje jeho vlhkost, která by měla být do 20%. K dosažení této vlhkosti je třeba dřevo sušit nejméně dva roky na vhodných místech pro skladování. Surové dřevo má vlhkost kolem 50%. Výjimkou je palivo z dřevní hmoty (pelety, brikety), které můžeme nakoupit v kvalitě vhodné pro spalování bez potřeby dlouhodobého skladování. Kotle na dřevo můžeme rozdělit do několika skupin a to:

podle materiálu kotle

- litinové kotle – plášť kotle je z litiny, tyto kotle je možno využívat ke spalování méně kvalitního nevysušeného dřeva, nehodí se ke spalování drobného dřeva a

dřevního odpadu z důvodu rychlého prohořívání v celé vrstvě a také proto, že uvolňují prchavé látky. Účinnost těchto kotlů je 50%, což je nejnižší účinnost ze všech kotlů na dřevo.

- ocelové kotle – plášť kotle je z oceli, tyto kotle je možno používat ke spalování špalků dřeva, drobnějších větví i dřevního odpadu. V násypce nehoří celá vrstva dřeva najednou, proto lze kotle regulovat prvkem nastavujícím množství přísávaného vzduchu. Ručně obsluhované kotle potřebují stálou obsluhu, protože dřevo rychle vyhoří. Naopak kotle, které mají zásobník dřeva, postupně odebírají palivo (nejčastěji dřevní pelety nebo brikety) ze zásobníku. Požadavky na obsluhu kotlů se zásobníkem jsou tedy mnohem menší, palivo se doplňuje jednou za několik hodin. Účinnost ocelových kotlů na dřevo je do 65%.

podle způsobu spalování

- prohořívací kotle na dřevo – spalování v nich probíhá přirozeným způsobem za nenuceného nasávání vzduchu a bez pomoci ventilátorů. Jejich výhodou jsou jednoduchá obsluha, vysoká spolehlivost, dlouhá životnost, snadné čištění, malé rozměry a možnost spalování i velkých kusů dřeva. Jednodušší typy mají ruční přikládání dřeva do topenišť, složitější mají zásobník dřeva s násypkou. Tyto kotle mohou dosáhnout účinnosti 50 – 83%.
- zplyňovací kotle na dřevo (dřevoplyn) – pracují na principu generátorového zplyňování s použitím odtahového ventilátoru, ten odsává spaliny z kotle. Skládají se ze zásobníku paliva (dřevní hmota, štěpka, pelety, brikety), spalovací komory, spalínového kanálu se zatápěcí záklopkou a popelníku. Ventilátor vhání vzduch do spalovací komory (tlakový ventilátor), nebo vzduch odsává (odtahový ventilátor), a tím zajistí větší průtok vzduchu a dokonalejší spalování. Účinnost těchto kotlů je 81 – 87%. Kotle mohou mít automatickou regulaci pomocí řízeného zavírání a otevírání vzduchové klapky a tahu ventilátoru, dle teplot snímaných termostatem. Regulace funguje také jako ochrana před přetopením kotlů.

podle způsobu obsluhy

- kotle s ruční obsluhou – nemají zásobník paliva, dřevo přikládáme ručně rovnou do topeniště. Výhodami jsou nízká pořizovací cena, jednoduchá obsluha, jednoduchost konstrukce, možnost topení i velkými kusy dřeva o různé kvalitě. Nevýhodami jsou

malá účinnost vytápění, nutnost stálé obsluhy a malá možnost regulace. Při jejich provozu dochází k velkým výkyvům výkonu kotlů, to způsobuje nedostatečný ohřev topné kapaliny či její přetopení. Kolísání výkonnosti můžeme částečně vyrovnat tím, že do otopného systému přidáme akumulární nádrž.

- kotle automatické – mají zásobník paliva s mechanickým podavačem, často mají i automatickou regulaci, která řídí výkon kotle na základě velikosti teploty snímané termostatem. Při provozu tedy postačí nastavit požadovanou teplotu v místnostech nebo teplotu vody v celém systému a občas doplnit zásobník paliva jednou za několik hodin nebo dokonce dní (dle velikosti zásobníku). V kotlích je nutno spalovat pouze výrobcem určené palivo, většinou dřevěné pelety, brikety nebo štěpku.

Kotle na uhlí

Kotle na uhlí používáme tam, kde nejsou inženýrské sítě a požadujeme jednoduchou obsluhu, ale nemáme vysoké nároky na komfort bydlení. Některé kotle fungují jako univerzální zdroje na tuhá paliva, lze v nich topit i jinými palivy jako například koksem, dřevem, bio-odpadem apod. Kotle na uhlí lze rozdělit stejně jako kotle na dřevo do několika skupin:

podle materiálu, ze kterého je kotel vyroben

- litinové kotle – plášť těchto kotlů je vyráběn z litiny, kotle mají jednoduchou konstrukci a poměrně nízkou cenu. Jsou určeny k topení uhlím, uhelnými briketami a případně i koksem. Nejčastěji používaným typem jsou prohořivací kotle bez ventilátoru. Účinnost těchto kotlů je kolem 50%.
- ocelové kotle – plášť kotle je vyráběn z oceli, tyto kotle jsou vhodné k topení uhlím a briketami, nelze je ovšem používat k topení koksem, protože ocel je méně odolná vůči žáru. Výkon kotle můžeme regulovat prvkem, který reguluje množství nasávaného vzduchu, protože v násypce nehoří celá vrstva uhlí najednou. Ručně obsluhované kotle mají nevýhodu v tom, že uhlí brzy shoří a musíme tedy stále přikládat. Lepším řešením jsou kotle se zásobníkem, ze kterého je palivo postupně odebíráno, tímto se sníží potřeba přikládání paliva. Účinnost ocelových kotlů dosahuje 65%.

podle způsobu spalování

- prohořivací kotle – kotle, ve kterých se palivo spaluje přirozeným způsobem bez pomoci ventilátoru. Obvykle jsou konstruovány jako univerzální kotle pro manuální přikládání uhlí do topenišť, nebo kotle se zásobníkem uhlí s násypkou (může snížit spolehlivost). Výhodou těchto kotlů je jednoduchá obsluha, jednoduché čištění, vysoká spolehlivost, dlouhá životnost a možnost spalovat různé velké kusy paliva. Účinnost dosahuje 50 – 83%.
- zplyňovací kotle – v těchto kotlích probíhá účinné spalování paliva, které mají formu uhelných briket nebo pelet, základem je princip generátorového zplynování s odtahovým ventilátorem odsávajícím spaliny. Základní části těchto kotlů jsou zásobník paliva, spalovací komora, spalínový kanál se zatápěcí záklopkou a popelník. Ventilátor vžene vzduch do spalovací komory (tlakovým ventilátorem), nebo vzduch odsaje (odtahovým ventilátorem), a tím zvýší průtok vzduchu a dosáhne dokonalejšího spalování. Účinnost těchto kotlů je 81 – 87%. Kotle mohou být automaticky regulovány tím, že je řízeno zavírání a otevírání vzduchové klapky a tah ventilátoru, dle teplot snímaných termostatem. Regulace funguje také jako ochrana před přetopením kotlů.

podle způsobu obsluhy (stejně jako u kotlů na dřevo)

- ručně obsluhované kotle
- kotle automatické

Kotle na koks

Při topení koksem vzniká jen minimum nebezpečných zplodin a z komína odchází jen čistý CO₂. Spalováním koksu dosáhneme velké výhřevnosti a to až 29,6 MJ/kg, tudíž nám pro vytápění na jednu sezónu stačí přibližně polovina prostoru než u černého uhlí. Koks je oproti uhlí velmi lehký, neobsahuje těkavou hořlavinu a proto jej můžeme spalovat jednoduchým prohořivacím způsobem. Výkon kotlů na koks lze snadno regulovat, jejich konstrukce je velmi jednoduchá a stejná jako u kotlů na uhlí, musíme však zvolit typ kotle s dost silnou konstrukcí, aby nedošlo k jeho tepelnému poškození.

Základním prvkem moderních kotlů na koks je malá plocha otáčivého roštu, ke

kterému je přiváděn vzduch, aby koks hořel s maximálním účinkem. Konstrukce zajistí, že v kotli neprohoří celá nasypaná dávka koksu, ale vždy hoří jen tenká vrstva koksu těsně nad roštem. Po úplném vyhoření této vrstvy propadne popel roštem do popelníku, a poté hoří další vrstva koksu. Tímto je zajištěno postupné hoření koksu a stabilní topný výkon kotle. Výkon můžeme plynule regulovat otáčením roštu, při kterém měníme velikost otvorů pro nasávání vzduchu. Kotle na koks dosahují účinnosti až 85%. Náklady na pořízení moderního kotle na koks se obvykle vrátí za 2 – 4 topné sezóny. Rozdělení kotlů na koks je podobné jako u kotlů na uhlí a to:

dle materiálu kotle

- litinové kotle na koks – plášť kotle je vyroben z litiny
- ocelové kotle na koks – plášť kotle je vyroben z oceli

dle způsobu spalování

- prohořivací kotle na koks
- zplyňovací kotle na koks – pro koks nejsou konstruovány

dle způsobu obsluhy

- obsluhované ručně
- automatické

Kotle na pelety

Pelety patří mezi obnovitelné zdroje energie, které jsou velmi šetrné vůči životnímu prostředí. Patří zde bioodpady z rostlinné výroby i rostliny pěstované záměrně k účelu vytápění. Bioodpad jsou vlastně nevyužité části rostlin jako je sláma, natě rostlin, dřevěné piliny a hobliny apod. Mezi záměrně pěstované rostliny patří například rychle rostoucí dřeviny nebo šťovík. Pelety jsou vyráběny granulací, lisováním za vysokého tlaku bez použití pojiva. Pelety se liší velikostí a zejména výhřevností, která závisí na obsahu příměsí. Výhřevnost pelet dosahuje 17 – 18,5 MJ/kg. Kotle na pelety jsou konstruovány jako automatické kotle s dávkovačem paliva. Pelety jsou nasypány do zásobníku, odkud jsou postupně odebírány automatickým dávkovačem a předávány do topeniště. Některé typy automaticky nasávají pelety z velkého zásobníku (podzemní nádrž) a automaticky

odstraňují popel, čímž je zajištěn bezobslužný provoz i po několik měsíců. Pelety zapaluje vysokoteplotní hořák a poté již hoří samy. Provoz a výkon kotle řídí automaticky prostorový termostat, který je umístěn v obytné místnosti. Komínový tah a odstraňování popela jsou řízeny také automaticky. Moderní kotel na pelety je vybaven bezpečnostní ochranou, která chrání kotle před nebezpečím, jako je například pojistka proti zpětnému prohoření. Vývod spalin do komína zajišťuje dmychadlo, odvod spalin a stav pelet v zásobníku snímají čidla. Účinnost těchto kotlů dosahuje až 93%. V mnoha kotlích na pelety můžeme spalovat i dřevo.

3.4 Kotle na kapalná paliva

Kotle na kapalná paliva používáme na místech, kde se nevyplatí budovat inženýrské sítě a není zde výhodné topení klasickými topidly. Při pořízení a instalaci kotle na kapalná paliva musíme nejprve vybrat vhodný model a zásobník paliva, který musí být zabudován do země a poté zajistíme montáž systému a napojení na tepelné rozvody. Nevýhodou kotlů na kapalná paliva jsou vyšší pořizovací náklady, nebezpečí kontaminace spodních vod při úniku paliva a nebezpečí výbuchu výparů při nedodržování podmínek skladování.

Druhy kotlů

- kotle na lehký topný olej – jako palivo jsou používány lehké topné oleje (vyrábí se destilací nebo rafinací ropy), jimiž pravidelně plníme zásobníky, které obvykle umísťujeme vedle vytápěných objektů. LTO má mnohem větší výhřevnost než uhlí, obvykle 42,5 MJ/kg neboli 36,13 MJ/l. Dosahují účinnosti až 95%. Výhodou těchto kotlů je vysoký komfort provozu, kdy před topnou sezónou pojízdná cisterna naplní zásobník palivem a palivo je poté automaticky odebíráno při topení. Topení lze dobře regulovat a tím udržovat nastavenou teplotu dle zvoleného režimu, nedochází k teplotním výkyvům. Dalšími výhodami je čistý provoz kotlů, snadná přeprava paliva, malé nároky na skladování paliva (pokud umístíme zásobník pod zemí) a také dobrá dostupnost paliva na trhu. Nevýhodou je však vyšší cena paliva (než uhlí) a závislost ceny paliva na cenách ropy.
- kotle na naftu – u nás jsou velmi málo využívány, používají se např. u dočasných

přístřešků, v probíhajících stavbách nebo v objektech daleko od civilizace. K topení naftou jsou používány pouze přímotopy vybavené zásobníkem nafty, hořákem s topeništěm, ventilátorem a výměníkem tepla.

3.5 Krby a kamna

Krby a kamna jsou přímotopy - plní funkci topidla i otopných těles a vyzařují teplo přímo do prostoru. Výjimkou jsou kamna a krby vybavené výměníkem, které spolu s rozvody teplého vzduchu vytvoří účinný otopný systém.

4 Alternativní topidla

Alternativní topidla, neboli ekologické zdroje tepla k přeměně na teplo používají přírodní energii. Jejich používáním pro vytápění budov snižují spotřebu klasických fosilních paliv a zároveň šetří životní prostředí. K provozu těchto topidel se využívají klasická fosilní a organická paliva jako například dřevo, uhlí, biomasu plyn, ropa, ale tato topidla dokážou účinně přeměnit na teplo i geotermální energii, energii větru, sluneční energii atd. Mezi možnosti využití přírodních energií patří tepelná čerpadla, solární vytápění, infratopení a teplovzdušné topení.

4.1 Tepelná čerpadla

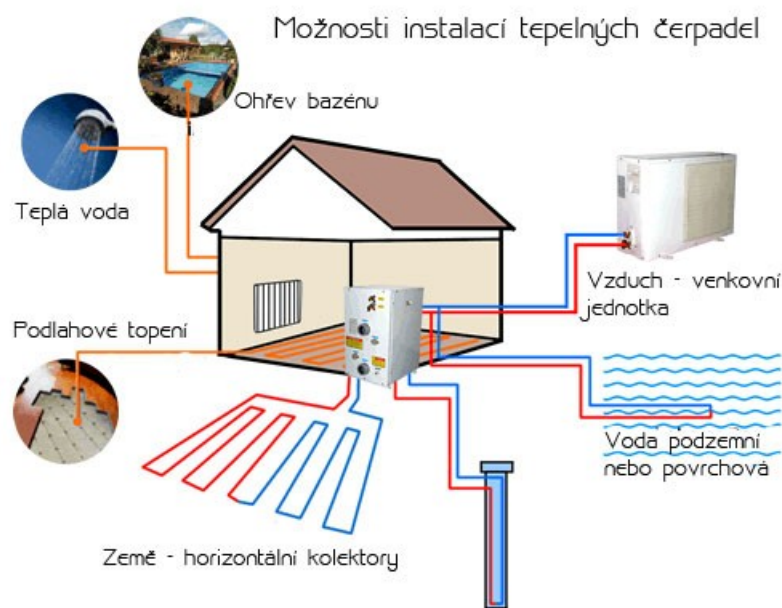
Tepelná čerpadla užívají obnovitelné zdroje energie k získávání tepla ze země, vody nebo vzduchu. Získané teplo pak předávají do otopného systému vytápěného objektu. Tepelná čerpadla dělíme dle použitého zdroje tepelné energie na:

- tepelná čerpadla vzduch – vzduch – z venkovního vzduchu odebíráme teplo, které je pak rozvedeno do objektu teplovzdušným systémem, výhodou je snadná a rychlá instalace, levný provoz, nevýhodou je, že nelze ohřívat TUV a také potřeba instalace teplovzdušných rozvodů, které většinou vedou pod stropem
- tepelná čerpadla vzduch – voda – výparník s ventilátorem umístěný venku nasává vzduch, ze kterého je odebrána tepelná energie, a tento ochlazený vzduch je poté vypouštěn zpět do venkovního prostředí, v objektu je umístěna jednotka, která vyrábí topnou vodu a TUV, výhodou tohoto typu tepelného čerpadla je snadná instalace, univerzálnost, nevýhodou je nižší účinnost při velkých mrazech
- tepelná čerpadla voda – voda – zdrojem v tomto případě je voda (spodní, podzemní, povrchová) odebíraná z jedné studny, která prochází výparníkem, ve výparníku se odebere část tepla, poté se voda vrací zpět do země druhou vsakovací studnou, minimální vzdálenost mezi vrty se doporučuje 10 metrů, výhodou tohoto typu vytápění jsou nižší investiční náklady, poměrně krátká doba návratnosti,

vysoký topný faktor, nevýhodami je malé množství oblastí, kde můžeme tento systém používat

- tepelná čerpadla země – voda – při průchodu zemí se ohřívá nemrznoucí směs, která obíhá v zemním kolektoru a poté vstupuje do výměníku tepelného čerpadla (výparníku), kde je odebrán přírůstek teploty, ochlazená směs se poté vrací zpátky do kolektoru k novému zahřátí, tento způsob topení zajišťuje stabilní topný výkon, dlouhou životnost, bezhlučnost provozu a velké úspory nákladů, nevýhodou jsou vysoké investiční náklady a pozemní práce. (vrty, kolektory)

Typ tepelného čerpadla je označován dvěma slovy, kde první slovo znamená zdroj tepla – prostředí, ze kterého odebíráme teplo a druhé slovo označuje médium – prostředí, kterým vyráběné teplo rozvádíme do objektu.

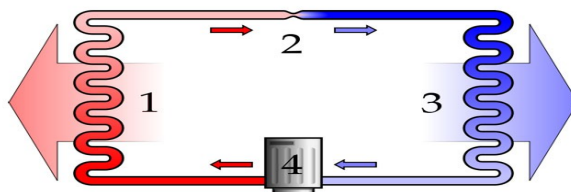


Obrázek 6: Možnosti instalace tepelných čerpadel [11]

Tepelná čerpadla fungují opakováním čtyř dějů:

- vypařování – první děj, při kterém ve výparníku odebíráme pomocí chladicí látky teplo z okolního prostředí, tím se chladicí látka ohřívá a odpařuje, vzniká plynné skupenství
- komprese – druhý děj, při kterém se plynná chladicí látka prudce stlačí v kompresoru a tím se jeho teplota zvýší na zhruba 80 °C

- kondenzace – třetí děj, při kterém se ohřátá chladicí látka rozvádí do objektu a pomocí topných těles předává teplo do místností, dochází k jeho ochlazení a kondenzaci, skupenství se mění zpět na kapalné a vrátí se zpět do výparníku
- expanze – čtvrtý děj, při kterém chladicí látka prochází expanzním ventilem, kde dochází k expanzi chladicí látky, ta se potom vrací do výparníku a znovu odebírá teplo z okolního prostředí



Obrázek 7: Princip tepelných čerpadel [11]

- 1 - kondenzátor
- 2 – expanzní ventil
- 3 – výparník
- 4 – kompresor

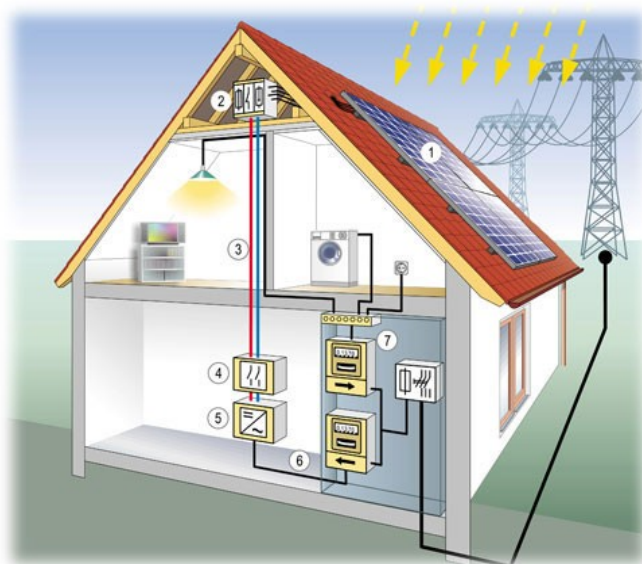
Nejvyšší účinnost z popsaných systémů tepelných čerpadel dosahují tepelná čerpadla země – voda (s vrty) s podlahovým vytápěním, naopak nejnižší účinnost dosahují tepelná čerpadla typu vzduch – voda s radiátory.

4.2 Solární vytápění

Solární vytápění využívá různé způsoby hromadění sluneční energie a její přeměny na teplo. Hlavní výhodou solárního vytápění je dostupnost zdroje energie a šetrnost vůči životnímu prostředí. Tímto způsobem vytápění můžeme ušetřit až 80 % nákladů na vytápění a ohřev teplé užitkové vody. Nejlépe jej lze využít v systémech, které pracují s

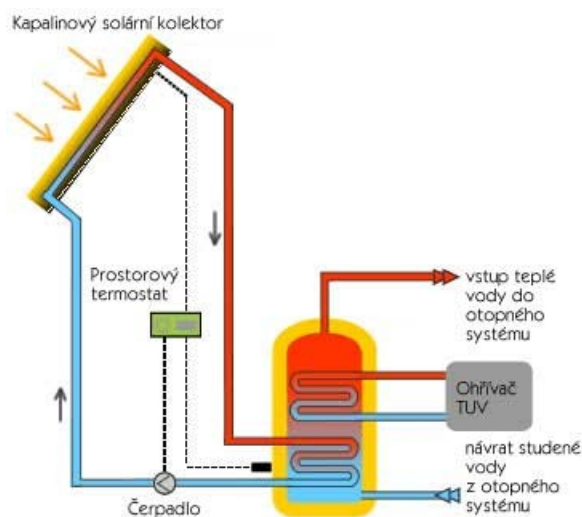
nízkou teplotou otopných těles, tedy u podlahového vytápění nebo stěnového vytápění. Solární vytápění může být provedeno pomocí těchto tří technologií:

- solární vytápění fotovoltaické – využíváme přímou přeměnu slunečního záření na elektrickou energii, základem jsou solární panely složené z fotovoltaických článků, které přímo přemění sluneční záření v elektrickou energii. Výhodou solárního vytápění je možnost přenosu energie na velké vzdálenosti, naopak nevýhodou jsou velké ztráty energie, vznikající v důsledku dvojí přeměny energie – záření na elektřinu a poté na teplo.



Obrázek 8: Solární vytápění [11]

- solární vytápění kapalinové - využívá kapalinové sluneční kolektory pro ohřev vody, která je potom použita k vytápění, nebo jako užitková voda. Základem jsou kapalinové solární kolektory, ve kterých se ohřívá kapalina (většinou voda), výkon slunečních kolektorů zvýšíme sestavením systému složeného z několika sériově nebo paralelně řazených solárních kolektorů.



Obrázek 9: Kapalinové solární vytápění [11]

- solární vytápění teplovzdušné – k ohřevu vzduchu využívá teplovzdušné sluneční kolektory, vzduch je dále pomocí ventilátorů rozváděn do budovy, základem jsou teplovzdušné solární kolektory, které fungují jako topidla napojená na vytápění domu, nevýhodou tohoto systému je, že nemáme k dispozici teplou užitkovou vodu.



Obrázek 10: Teplovzdušné solární vytápění [11]

4.3 Infra vytápění

Infra vytápění využívá lokální zdroje sálavého tepla, neboli infrazářiče. Infrazářiče mají nejčastěji podobu infra panelů zabudovaných do stěn a stropů a využívají infračervené záření. Infračervené záření je elektromagnetické záření, jehož vlnová délka je delší než u viditelného světla, ale kratší než u mikrovlnného záření. Tímto způsobem je možno teplo přenášet sáláním, tedy bez nutnosti přenášet teplo teplonosným médiem. Výhodou infratopení je, že pocit tepla přichází ihned po zapnutí zdroje, teplo dobře prostupuje různými materiály, zejména textiliemi a sklem. Díky výborné absorpci stěnami, podlahou a stropem, stěny začnou brzy po spuštění topení hřát. Při srovnání cen vytápění lze říci, že náklady na vytápění například bytu jsou ve srovnání s plynem až o 42 % nižší při použití infravytápění. Hlavní příčinou je skutečnost, že infratopením stačí místnosti vytápět na teploty až o 4°C nižší a přitom dosáhneme stejného pocitu tepla. Jako topná tělesa můžeme použít stěnové infrapanely, stropní infrapanely, koupelnové infrazářiče nebo sloupové infrazářiče.

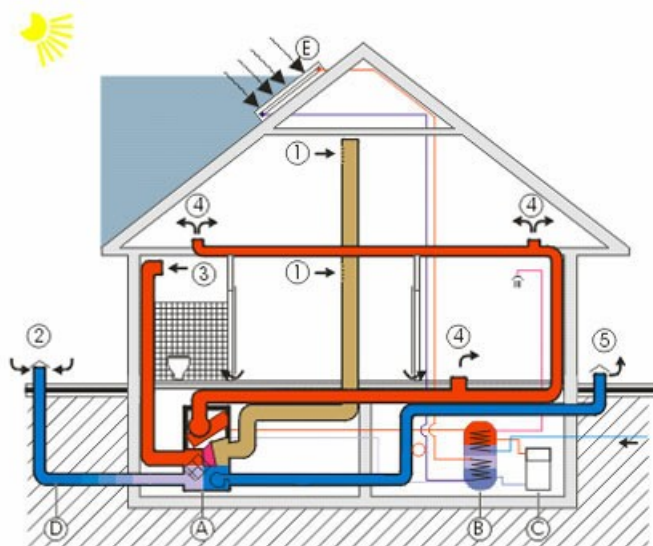


Obrázek 11: Koupelnový infrazářič [11]

4.4 Teplovzdušné topení

Teplovzdušné vytápění můžeme řešit dvěma způsoby a to jako teplovzdušné vytápění s rekuperací vzduchu nebo jako vytápění kamny a krby s teplovzdušným výměníkem. Teplovzdušné vytápění s rekuperací zajišťuje nucenou cirkulaci vzduchu v celém objektu. Okruh cirkulace je spojen dvěma otvory s venkovním prostředím. Prvním

otvorem je nasáván vzduch z venkovního prostředí, druhým otvorem se vyfukuje stejné množství odpadního vzduchu ven. Rekuperační jednotka pracuje tak, aby teplo z odpadního vzduchu bylo předáváno do nasávaného vzduchu dříve, než je dodáno do místností a interiér tak nebyl ochlazován chladným vzduchem z venkovního prostředí. Použitím tohoto typu vytápění získáme mnoho výhod – zabráníme únikům tepla, získáme zdravé prostředí bez plísní a rosení stěn, rychle vytopíme objekt, sníží se prašnost objektu díky nepřetržitému čištění vzduchu, jelikož systém neobsahuje vodu, nehrozí nebezpečí zamrznutí a vytopení a velmi důležitá je pro nás úspora místa a nákladů v objektu bez topných těles.



Obrázek 12: Teplovzdušné vytápění s rekuperací [11]

- 1 - cirkulační vzduch z objektu do rekuperační jednotky
- 2 – venkovní vzduch přivedený zemním kolektorem
- 3 – odpadní vzduch
- 4 – větrací a cirkulační vzduch do objektu
- 5 – výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci
- A – vytápěcí a větrací jednotky
- B – vestavěný zásobník tepla
- C – zplyňovací kotel na dřevo

D – zemní kolektor

E – vakuové solární kolektory

Druhým typem teplovzdušného topení je vytápění kamny a krby s teplovzdušným výměníkem. V komorách kamen nebo ve výměníku krbových vložek se zahřívá vzduch, který se teplovzdušnými rozvody dostává do objektu. Cirkulace probíhá předáním tepla do místností, kde se postupně ochlazuje a poté znovu vzduch nasává výměník. Výhodami tohoto typu vytápění je levný provoz a rychlé vytopení objektu. U tohoto systému je však nutno počítat s větším množstvím nevýhod, kterými jsou zejména vysoká prašnost, neustálá potřeba obsluhy, zdravotní rizika, která mohou vzniknout vdechováním prachu, absence možnosti regulace teploty, nerovnoměrnost vytápění.

5 Otopná tělesa

Desková topná tělesa

Desková otopná tělesa patří mezi nejčastěji používaná otopná tělesa. Desková otopná tělesa se skládají ze dvou nebo tří dutých desek, mezi kterými je teplovzdušná komora. Výhodou je více topných desek, protože vznikne více vytápěných komor, které tvoří cirkulaci ohřátého vzduchu a zrychlují tímto ohřev místnosti. Topné médium protéká deskami, teplo je částečně předáváno vně tělesa. Polovinou plochy se zahřívá teplovzdušná komora, která pomáhá rychlé výměně vzduchu v místnostech.

Článeková topná tělesa

Článekové radiátory se skládají z různého množství tzv. článků – dutých žebek, která jsou s co největší plochou spojeny navzájem dolní a horní komorou. Jednotlivými články a komorami protéká topné médium (většinou voda), a to předává plochou žebek teplo do místností sáláním. Mezi články se ohřívá vzduch, který zajišťuje rychlou výměnu ohřátého vzduchu v místnostech svou cirkulací. Výhodami článkových radiátorů je velmi vysoká účinnost a malý hydraulický odpor. Dalšími výhodami je odolná konstrukce, dlouhá životnost, snadná čistitelnost. Tyto radiátory se vyrábí z různých materiálů, jako např. ze šedé litiny (odolnost proti korozi a tlaku, akumulární schopnosti), ze slitin hliníku (lehké radiátory, velká vodivost tepla, rychle se zahřejí i vychladnou), nebo z ocelových plechů (nízká cena, nízká životnost).

Trubková topná tělesa

Trubkové radiátory se napojují na systém topení založený na proudění topného média, nebo se také prodávají jako samostatné elektrické radiátory, které jsou vybaveny elektrickým topným tělesem. Nejčastěji jsou tyto radiátory využívány jako koupelňové radiátory, jsou tvořeny sestavou trubek. Základem jsou sběrné a rozvodné komory spojené sestavou trubek menších průřezů kruhového či jiného průřezu. Jsou výhodné jako doplňkové radiátory pro zvýšení teploty v místnosti, k dispozici jsou v mnoha tvarech z různých materiálů a barev.

Konvektory tepelné

Konvektory předávají teplo do místnosti konvekcí, tedy prouděním ohřátého vzduchu. Jsou složeny z výměníku tepla a skříně, tato je v horní části opatřena výdechovou mřížkou. Vzduch v konvektoru se prudce ohřeje topným tělesem, dojde k jeho rozpínání a výdechu mřížkou nahoru. Některé konvektory jsou vybaveny ventilátorem abychom zvýšili intenzitu cirkulace vzduchu. Na rozdíl od klasických radiátorů obsahují pouze malé množství vody. Voda v nich se zahřívá až na 85 stupňů Celsia, odvod tepla je však tak rychlý, že povrch konvektoru má teplotu maximálně 40 stupňů. Konvektory lze rozdělit do skupin dle umístění výměníku tepla (nástěnné, soklové...), dle principu ohřevu (teplovzdušné, teplovodní) a také dle cirkulace ohřátého vzduchu (bez ventilátoru, s ventilátorem). Výhodou konvektorů je již zmíněná nízká teplota otopného tělesa, rychlý ohřev místnosti, vysoká účinnost, nízká spotřeba energie, rovnoměrný ohřev.

Přímotopy

Přímotopy pracují na principu konvektorů, nezapojují se do systémů rozvodů tepla, ale topí samostatně. Výhodou je levná a rychlá instalace bez potřeby stavebních zásahů, snadná manipulace, nízké pořizovací náklady a jednoduchá regulace, naopak nevýhodou je dražší provoz. Také přímotopy se vyrábí v různých provedeních a fungují na různých principech (s termostatem, s akumulací, s ventilátorem, sálavé, elektrické, plynové atd.).

6 Stanovení spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu

Ve studii jsem se zaměřila na porovnání dvou srovnatelných rodinných domů s různou velikostí tepelných ztrát. Posuzovány budou tedy dvě varianty, kdy varianta A zhodnotí dům s tepelnými ztrátami 10 kW a varianta B zhodnotí starší nezateplený dům s tepelnými ztrátami 15 kW. Obě varianty mají ústřední vytápění s radiátory. Pro hodnocení jsem vybrala tři často používané zdroje tepla, kterými jsou zplyňovací kotel na dřevo, plynový kotel a kotel na dřevěné pelety. Tyto zdroje tepla budou porovnávány pro vytápění objektů na požadovanou vnitřní teplotu - chodby 15°C, obytné prostory 20°C, WC, koupelny 24°C. Pro stanovení potřeby tepla jsem použila výpočtovou pomůcku pro potřebu tepla na vytápění a ohřev teplé vody, dostupnou na stránkách TZB info [10].

Varianta A

Venkovní výpočtová teplota

$$t_e = -15^{\circ}\text{C}$$

Topné období

$$d = 242 \text{ dnů}$$

Průměrná teplota v průběhu otopného období

$$t_{es} = 3,8^{\circ}\text{C}$$

Potřeba tepla při vytápění ($Q_{\text{VYT},t}$)

Tepelné ztráty objektu

$$Q_c = 10 \text{ kW}$$

Průměrná vnitřní výpočtová teplota (pro obytné budovy 18,2 – 19,1 °C)

$$t_{is} = 19^{\circ}\text{C}$$

Vytápěcí denostupně

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3679 \text{ K.dny}$$

Opravné součinitele a účinnosti systému

$$e_i = 0,85 \quad \eta_o = 0,95$$

$$e_t = 0,90 \quad \eta_r = 0,95$$

$$e_d = 1,00$$

$$\varepsilon = e_i * e_t * e_d = 0,765$$

kde

e_i - jsou tepelné ztráty prostupem a nesoučasnost tepelných ztrát infiltrací, součinitel volíme v rozmezí 0,8 – 0,9, protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech je 10 – 20% z celkové tepelné ztráty

e_t - snížení teploty v průběhu noci, součinitel volíme v rozmezí 0,8 - 1

e_d - zkrácení času vytápění u budovy s přestávkami v provozu, součinitel se volí v rozmezí 1,0 – 0,8, dle využívání budov v průběhu týdne

η_o - součinitel možnosti regulace soustavy

η_r - účinnost rozvodu vytápění

Potřebu tepla pro vytápění tedy vypočteme

$$Q_{vYT,r} = \varepsilon / (\eta_o * \eta_r) * (24 * D) / (t_{is} - t_e) \cdot 3,6 * 10^{-3} = 109 \text{ GJ/rok neboli } 22 \text{ MWh/rok}$$

Ohřev teplé vody

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 55^\circ\text{C}$$

$$V_{2p} = 0,328 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$c = 4186 \text{ J/kg K}$$

$$z = 0,5$$

kde

t_1 - teplota studené vody

t_2 - teplota ohřáté vody

V_{2p} - celková potřeba teplé vody za 1 den (m^3/den), u staveb určených k bydlení počítáme 0,082 $\text{m}^3/\text{osobu den}$, minimálně 0,2 $\text{m}^3/\text{byt den}$

ρ - měrná hmotnost vody

c - měrná tepelná kapacita vody

z - koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1+z) * (\rho * c * V_{2p} * (t_2 - t_1) / 3600 = 25,7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody (léto) $t_{svl} = 15^\circ\text{C}$

Teplota studené vody (zima) $t_{svz} = 5^\circ\text{C}$

Počet pracovních dní v roce $N = 365$ dní

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} * d + 0,8 * Q_{TUV,d} * (t_2 - t_{svl}) / (t_2 - t_{svz}) * (N - d) = 29,7 \text{ GJ/rok neboli } 8,3 \text{ Mwh/rok}$$

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody (Q_r)

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = 109 \text{ GJ/rok neboli } 30,3 \text{ Mwh/rok}$$

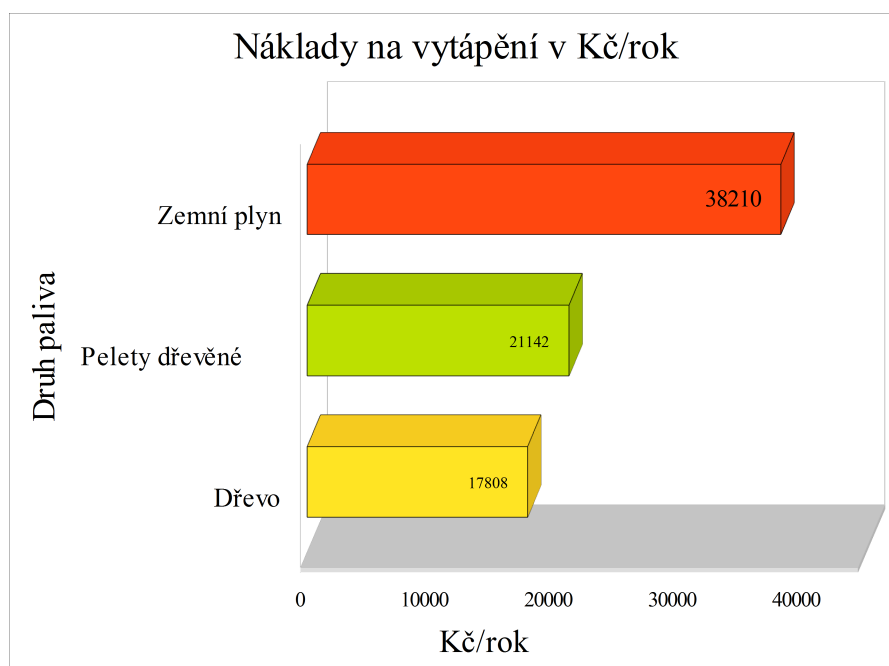
Orientační náklady na zajištění tohoto množství energie podle vybraných zdrojů jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 1: Náklady na vytápění Kč/rok - varianta A

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva/rok	Náklady na vytápění Kč/rok
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3/kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	0,99	5 936 kg	17808
Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg)	4,70/kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,17	4 498 kg	21142
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m³)	1,5399/kWh vztažena ke spalnému teplu 16,18Kč/m³ + 292,56 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP	2,12	22 524 kWh 2 145 m³	38210

Pro srovnání byly použity průměrné účinnosti jednotlivých zdrojů vytápění v %. V tabulce vidíme, že nejnižší náklady budeme mít při vytápění domu, kde zdrojem tepla je kotel na zplyňování dřeva. Naopak nejvyšší náklady dosáhneme při vytápění kotlem na zemní plyn, protože plynné palivo je výrazně dražší. Celkově lze říci, že provozní náklady jsou z finančního hlediska nejvýhodnější při spalování dřeva. Ve výpočtu nejsou zohledněny náklady na elektrickou energii, která je spotřebovávána na pohon dopravníků,

ventilátorů a řídicích jednotek.



Graf 20: Náklady na vytápění Kč/rok - varianta A

Varianta B

Venkovní výpočtová teplota

$t_e = -15^{\circ}\text{C}$

Topné období

$d = 242$ dnů

Průměrná teplota v průběhu otopného období

$t_{es} = 3,8^{\circ}\text{C}$

Potřeba tepla při vytápění ($Q_{VYT,r}$)

Tepelné ztráty objektu

$Q_c = 10$ kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota (pro obytné budovy je uvažováno $18,2 - 19,1^{\circ}\text{C}$)

$t_{is} = 19^{\circ}\text{C}$

Vytápěcí denostupně

$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3679$ K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i = 0,85$ $\eta_o = 0,95$

$e_t = 0,90$ $\eta_r = 0,95$

$e_d = 1,00$

$$\varepsilon = e_i * e_t * e_d = 0,765$$

Potřebu tepla pro vytápění tedy vypočteme

$$Q_{VYT,r} = \varepsilon / (\eta_o * \eta_r) * (24 * D) / (t_{is} - t_e) = 3,6 * 10^{-3} = 118,9 \text{ GJ/rok neboli } 33 \text{ MWh/rok}$$

Ohřev teplé vody

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 55^\circ\text{C}$$

$$V_{2p} = 0,328 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$c = 4186 \text{ J/kgK}$$

$$z = 0,5$$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1+z) * (\rho * c * V_{2p} * (t_2 - t_1)) / 3600 = 25,7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody (léto) $t_{svl} = 15^\circ\text{C}$

Teplota studené vody (zima) $t_{svz} = 5^\circ\text{C}$

Počet pracovních dní v roce $N = 365$ dní

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} * d + 0,8 * Q_{TUV,d} * (t_2 - t_{svl}) / (t_2 - t_{svz}) * (N - d) = 29,7 \text{ GJ/rok neboli } 8,3 \text{ MWh/rok}$$

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody (Q_r)

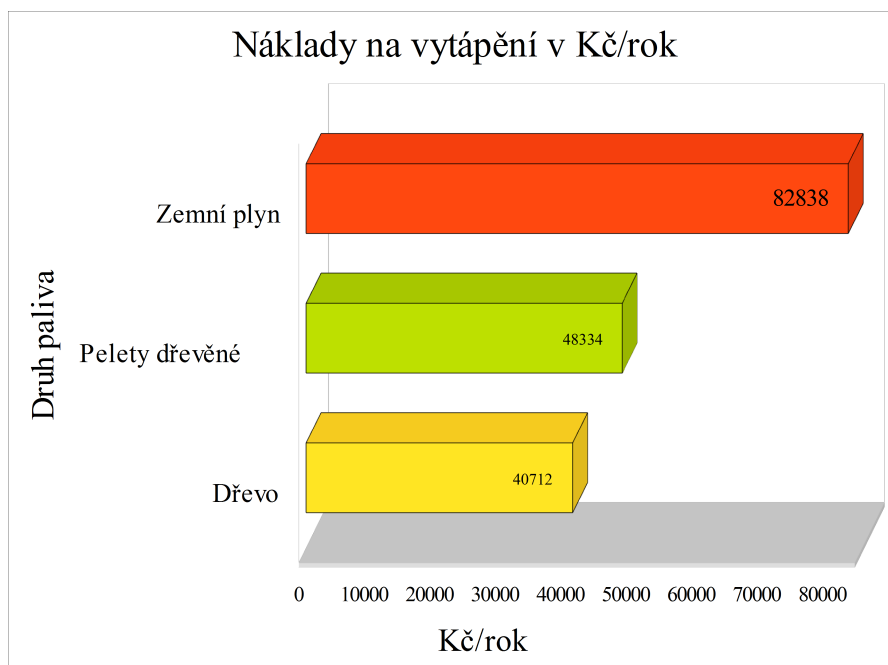
$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = 148,6 \text{ GJ/rok neboli } 41,3 \text{ MWh/rok}$$

Orientační náklady na zajištění tohoto množství energie podle vybraných zdrojů jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 2: Náklady na vytápění Kč/rok - varianta B

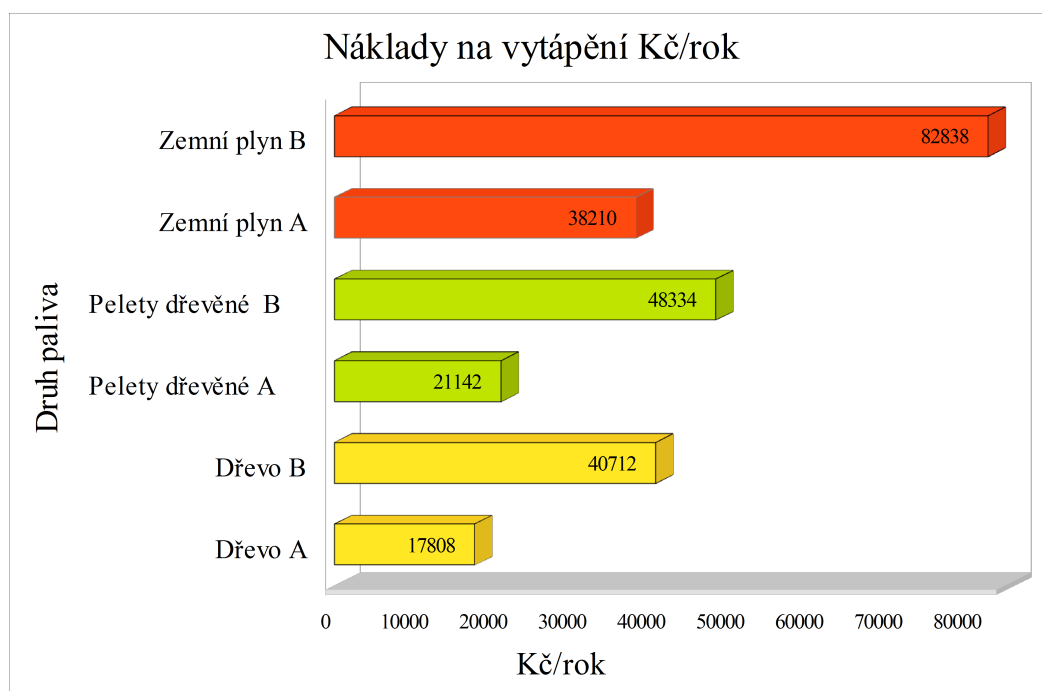
Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva/rok	Náklady na vytápění Kč/rok
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3/kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	0,99	13571 kg	40712
Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg)	4,70/kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,17	10284 kg	48334
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³)	1,5399/kWh vztažena ke spalnému teplu 16,18Kč/m ³ + 292,56 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP	2,01	51492 kWh 4904 m ³	82838

Pro srovnání byly stejně jako u varianty A použity průměrné účinnosti jednotlivých zdrojů vytápění v %. Z tabulky je patrné, že nejnižší náklady taktéž budeme mít při vytápění domu, kde zdrojem tepla je kotel na zplyňování dřeva. Naopak nejvyšší náklady dosáhneme při vytápění kotlem na zemní plyn, protože plynné palivo je výrazně dražší. Celkově lze říci, že provozní náklady u varianty B jsou z finančního hlediska nejvýhodnější při spalování dřeva stejně jako u varianty A. Ve výpočtu nejsou zohledněny náklady na elektrickou energii, která je spotřebovávána na pohon dopravníků, ventilátorů a řídicích jednotek.



Graf 21: Náklady na vytápění Kč/rok - varianta B

Srovnání obou variant domů a vybraných paliv zobrazuje následující graf. U varianty B jsou celkově náklady u všech zdrojů výrazně vyšší než u varianty A. V tomto případě je tedy nutno zvážit kroky, které by vedly ke snížení tepelných ztrát, tím bychom dosáhli mnohem nižších provozních nákladů.



Graf 22: Náklady na vytápění Kč/rok - srovnání variant A a B

7 Vybrané zdroje tepla a jejich technické provedení

Pro studii vhodného systému vytápění jsem zvolila plynový kotel, kotel na dřevěné pelety, kotel na dřevo. U obou posuzovaných variant se zaměřím na technické provedení zdroje tepla, poskytovaný komfort při vytápění a přípravu teplé vody, ekologické a ekonomické hledisko. Na základě těchto hodnocení vyberu nevhodnější variantu pro určené objekty.

7.1 Kotel na dřevo

Benekov D 25

Z nabídky různých kotlů jsem vybrala teplovodní zplyňovací kotel určený pro vytápění rodinných domků. V kotli je možno spalovat obnovitelné zdroje energie ve formě kusového dřeva. Výhodou tohoto kotle je jednoduchá, časově nenáročná obsluha kotle a jeho údržba, nízké provozní náklady a díky použití dřeva jako paliva také malá zátěž pro životní prostředí. Vysokou účinnost až 88,4 % zaručuje moderní konstrukce tohoto kotle.

Tabulka 3: Technické parametry a rozměry kotle

Typ kotle		Benekov D 25
Hmotnost	kg	410
Obsah vodního prostoru	dm ³	139
Průměr kouřovodu	mm	145
Teplosměnná plocha kotle	m ²	2,98
Objem palivové šachty	dm ³	140
Rozměry kotle š x h x v	mm	759 x 1079 x 1347
Rozměr příkládacího otvoru	mm	400 x 300
Třída kotle dle ČSN EN 303-5		3
Doporučená provozní teplota topné vody	°C	65 – 85
Nejmenší teplota vstupní vody	°C	60
Hladina hluku	dB(A)	54
Komínový tah	mbar	0,15 – 0,25
Maximální elektrický příkon	W	72

Následující tabulka obsahuje údaje o předepsaném palivu pro tento kotel.

Tabulka 4: Předepsané palivo

Typ paliva		Kusové dřevo
Průměr kouřovodu	mm	50 – 150
Délka	mm	max. 500
Obsah vody	%	max. 20
Výhřevnost	MJ.kg ⁻¹	min. 12

Popis kotle

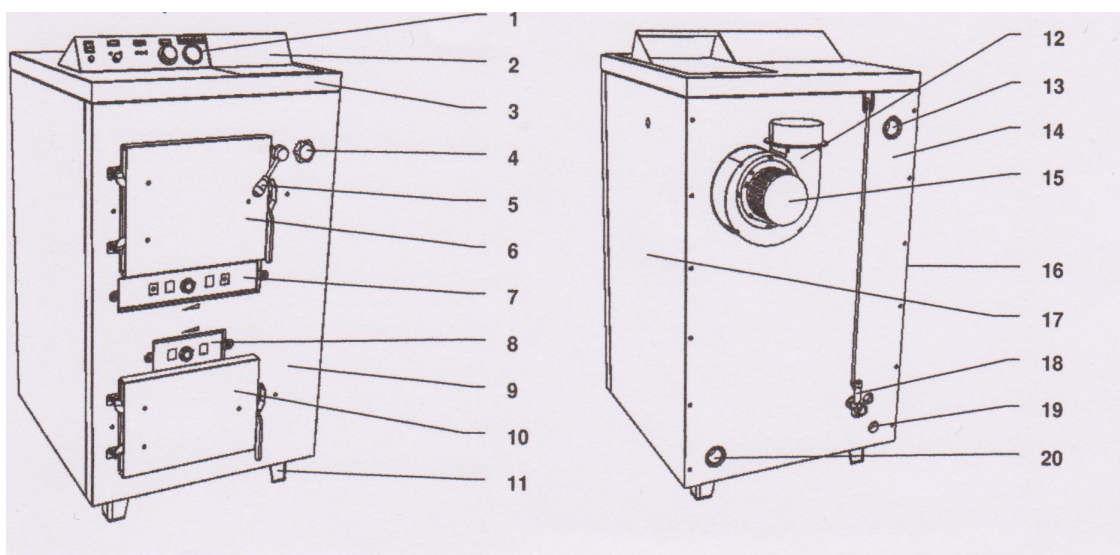
Kotel pracuje na principu zplyňování dřeva, jeho hlavní částí je těleso kotle svařené z ocelových kotlových plechů. Všechny díly tělesa kotle na rozhraní spalin a topné vody jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 5 mm. Palivová šachta, do které je při provozu kotle přiváděn primární vzduch, je umístěna v levé horní části tělesa kotle. Přiváděním vzduchu dojde k vysoušení paliva a pyrolytické destilaci všech spalitelných složek. Po smísení s předehřátým sekundárním vzduchem vzniklý dřevoplyn hoří na spalovací trysce (podélná drážka v keramickém dnu palivové šachty) a poté dohořívá ve spalovací komoře v dolní části tělesa kotle. Stěny spalovací komory a dno palivové šachty s tryskou jsou vyrobeny ze speciální vysokopevnostní keramické hmoty. Spaliny jsou ze spalovací komory odváděny spalinovými cestami přes trubkový výměník na pravé straně kotle do kouřovodu. Ve výměníku je teplo ze spalin předáváno do topné vody. Palivovou šachtu a kouřovod spojuje zatápečí klapka. V pravé části horní stěny kotle je umístěn přístup k trubkovému výměníku jako víko určené k čištění. Na horním víku kotle najdeme ovládací panel, ten je osazen těmito součástmi: hlavní vypínač, pojistka, havarijní termostat, termostat čerpadla primárního okruhu, kotlový termostat a teploměr.

Dvířka pro přikládání paliva do palivové šachty jsou umístěna v horní části čela kotle. Vedle nich je páka zatápečí klapky s aretačním šroubem. Popelníková dvířka, určená k čištění spalovací komory a spalinových cest jsou umístěna v dolní části. Mezi popelníkovými a přikládacími dvířky je umístěno škrcení sání primárního a sekundárního vzduchu, kterým nastavíme množství vzduchu určeného ke spalování. Vstup a výstup topné vody pro připojení k topnému systému je v zadní části kotle a je proveden dvěma vývody s vnitřním závitem. Vývod se závitem ve spodní části vpravo je určen pro instalaci

vypouštěcího kohoutu. V zadní části kotle nahoře se nachází kouřovod s odtahem spalin do komína a také smyčka na dochlazení s termostatickým ventilem, která slouží při přetopení kotle pro odvádění přebytečného tepla do odpadu. Ztráty tepla do okolí snižuje izolace kotle.

Bezpečný chod kotle hlídají tyto zabezpečovací prvky:

- havarijný termostat – je umístěn na horním víku kotle v ovládacím panelu, zajišťuje topný systém proti přehřátí, je nastaven na teplotu 95°C, což je teplota vyšší než, kterou lze nastavit na kotli
- dochlazovací smyčka – také zajišťuje kotel proti přehřátí, tvoří ji trubka umístěná ve vodním prostoru v zadní části tělesa kotle a termostatický vodní řád. Jestliže stoupne teplota topné vody v kotli nad 95°C, tento ventil se automaticky otevře a chladicí vody z vodovodního řádu odvádí přebytečné teplo z kotle do kanalizace. Ventil se automaticky zavře zpět po poklesu teploty topné vody
- zatápěcí klapka – je umístěna v horní části na pravé stěně palivové šachty. Používá se jen v průběhu zatápění a přikládání, kdy jejím otevřením zkrátíme tok spalin z palivové šachty přímo ke kouřovodu, při provozu kotle potom musí být klapka uzavřena

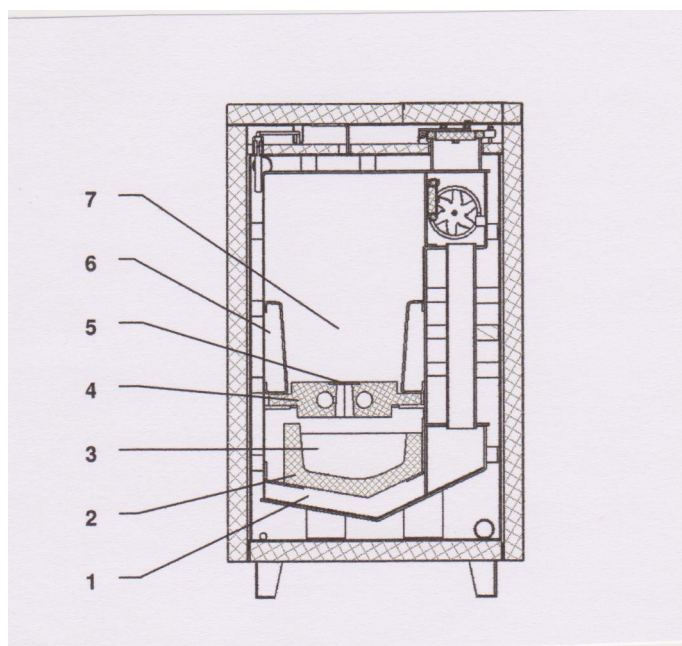


Obrázek 13: Čelní a zadní pohled kotel Benekov D25 [1]

1 - ovládací panel

2 - kryt víka čištění

- 3 - horní víko kotle
- 4 - aretační šroub zatápěcí klapky
- 5 - páka zatápěcí klapky
- 6 - příkládací dvířka
- 7 - škrcení sání primárního vzduchu
- 8 - škrcení sání sekundárního vzduchu
- 9 - čelní plášť
- 10 - popelníková dvířka
- 11 - noha kotlového tělesa
- 12 - odtah spalin
- 13 - výstup topné vody z kotle
- 14 - zadní plášť
- 15 - ventilátor odtahu spalin
- 16 - levý plášť
- 17 - pravý plášť
- 18 - dochlazovací smyčka s termostatickým ventilem
- 19 - vývod pro napouštěcí a vypouštěcí kohout
- 20 - vstup topné vody do kotle



Obrázek 14: Řez kotlem Benekov D25 [11]

- 1 – spalínové cesty
- 2 – keramické desky spalovací komory
- 3 – spalovací komora
- 4 – keramické dno palivové šachty
- 5 – spalovací tryska
- 6 – rozvod primárního vzduchu
- 7 – palivová šachta

Kotel je připojován k elektrické síti pevně připojeným pohyblivým přívodem ukončeným normalizovanou vidlicí. Ochrana proti úrazu elektrickým proudem musí být zajištěna dle platných norem. Kolem kotle musí být volný manipulační prostor pro přístup na čištění trubkového výměníku. Tento kotel musí být propojen s komínem kovovou rourou o průměru 145 nebo 150 mm. Palivo určené k topení musí být skladováno na suchém a větraném místě, v žádném případě nesmí být uloženo za kotel, či ve vzdálenosti od kotle menší než 400 mm.

Kotel je připojován do otopného systému přes akumulární nádrž, která je ohřívána na teplotu zhruba 90°C a následně je odstaven kotel (vyhasnutí). Nashromážděné teplo z nádrže se potom postupně odebírá dle požadavků topného systémů. Tento způsob provozu kotle dokáže snížit spotřebu paliva o 20 – 30%, neboť kotel pracuje s optimální účinností jmenovitého výkonu. Zároveň je minimalizována tvorba dehtů a kyselin, čímž dosáhneme vyšší životnosti kotle a komínu a důležitou výhodou je také možnost kombinace s dalšími způsoby vytápění objektu a kombinace otopných těles s podlahovým vytápěním. Pro kotel Benekov D 25 je doporučována velikost nádrže minimálně 1500 – 2000 l. Životnost kotle udávaná výrobcem je při správném zapojení a užívání 12 – 15 let.

7.2 Plynový kotel

Meteor plus turbo

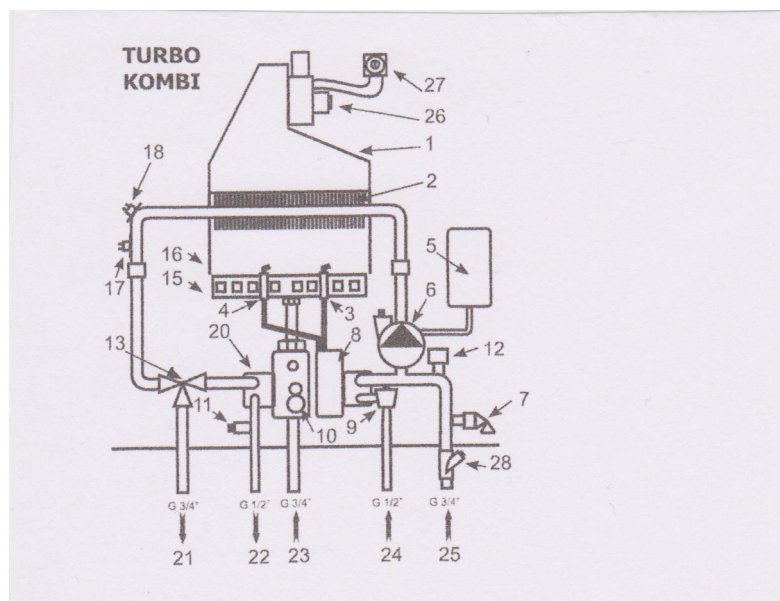
Tento nástěnný plynový kotel je určen pro spalování zemního plynu s nuceným odtahem spalin. Teplo, které je uvolněno spalovacím procesem je předáváno měděným výměníkem, který má spalovací komoru chlazenou vodou a tímto dosahuje vysoké

účinnosti. Spaliny bere sběrač spalin a poté je ventilátor vhání do koaxiálního nebo dvou-trubkového odkouření, které je ukončeno ochranným vyústěním. Bezpečný provoz kotle sledujeme pomocí manostatu, abychom zjistili případné zanesení výfukového nebo také nasávacího potrubí. Kotel kombi ohřívá otopnou vodu a také připravuje TUV, pomocí průtokového ohříváče. Ve spodní části kotle je umístěna hydro-skupina, která je vybavena spínačem průtoky, tlaku a čidlem teploty TUV. Informace z čidel dostává elektronická řídicí jednotka a ta zpracovává a řídí ostatní části kotle. Kotel můžeme použít do soustavy ústředního vytápění v rodinném domě apod. Kotle dosahují účinnosti až 92 % .

Výhodami kotle jsou velký rozsah plynulé regulace od 35% až do 100%, umožňují připojit prostorový regulátor pro zadání lokálního otopného programu. Řídicí jednotka dovolí provozovat kotel v napětově nestabilních elektrických sítích, kdy při podpětí nebo překročení rozsahu pracovního napětí (155 – 250 V) se řídicí jednotka automaticky vypíná a po skončení nežádoucího napětového stavu distribuční sítě se automaticky zapne. Je třeba zmínit, že kotel je vybaven automatickým by-pasem (technické řešení, které zajišťuje cirkulaci v primárním výměníku i při neprůchodné otopné soustavě). Kotel je provozuschopný i při poruše čidla TUV. Kotel je dobrým řešením i z ekologického hlediska, pro nízký obsah škodlivin vypouštěných do ovzduší.

Tabulka 5: Technické parametry a rozměry kotle

Typ kotle		Meteor Plus 24KT
Odvod spalin		turbo
Palivo		zemní plyn
Max. Tepelný příkon	kW	25,5
Min. Tepelný příkon	kW	9,2
Max. tepelný výkon	kW	23
Min. Tepelný výkon	kW	8,9
Účinnost při jmenovitém výkonu	%	90
Spotřeba plynu při jmenovitém výkonu	m ³ .h ⁻¹	2,67
Celkový objem expanzní nádoby	l	6
Rozsah nastavení teploty topné vody	°C	30 – 80
Max. Objem vody otopné soustavy	l	100
Rozsah nastavení teploty užitkové vody	°C	30 – 60
Max. Teplota spalin	°C	100
CO ₂	%	8,1
Průměr kouřovodu	mm	100/60, 80/80
Elektrické napětí	V	230
Frekvence	Hz	50 – 60
Příkon v běžném provozu	W	104
El. spotřeba v pohotovostním režimu (24 hod)	kWh	0,17
El. spotřeba v topném režimu (24 hod)	kWh	2,5 – 3
Vypínací teplota havarijního termostatu	°C	105
Hmotnost	kg	33,5
Výška	mm	750
Šířka	mm	400
Hloubka	mm	380
Hlučnost	db	max. 50
Přesnost regulace OV a TUV	°C	1



Obrázek 15: Funkční schéma Turbo Kombi

- 1 – sběrač spalin (přerušovač)
- 2 – primární výměník
- 3 – ionizační elektroda
- 4 – zapalovací elektroda
- 5 – expanzní nádoba
- 6 – čerpadlo s odvzdušňovacím ventilem
- 7 - pojistný ventil OV
- 8 – řídicí jednotka
- 9 – průtokový spínač
- 10 – plynová armatura
- 11 – čidlo teploty TUV
- 12 – tlakový spínač
- 13 – třícestný ventil
- 15 – hořák
- 16 – chlazená spalovací komora (součást výměníku)
- 17 – čidlo teploty OV
- 18 – havarijný termostat OV
- 20 - sekundární výměník
- 21 – výstup OV
- 22 – výstup TUV
- 23 – vstup plynu
- 24 – vstup studené TUV
- 25 – vstup OV
- 26 – spalínový ventilátor
- 27 – manostat
- 28 - filtr na OV (není součástí kotle)

Popis kotle

Velmi důležitou částí systému je řídicí jednotka, která po zapojení kotle do provozu provádí kontrolu interního systému, kontroluje bezpečnostní prvky kotle a regulaci topného procesu pro ohřev OV a TUV podle požadavků zadaných na hlavním panelu. Řídicí jednotka nepřetržitě sleduje všechny připojené části, detekuje připojení čidel a hodnotí jejich signály, které okamžitě zpracovává a podle jejich výsledků se automaticky přidává nebo ubírá množství plynu do hořáku kotle. Provoz kotle řídí pokojový termostat, dle nastavené teploty na pokojovém termostatu. Ohřev TUV má přednost před ohřevem OV. Spínač průtoku uvádí kotel do provozu, pak trojcestný ventil přestaví směr proudění otopné vody přes sekundární výměník a čerpadlo. Užitková voda se poté ohřívá v sekundárním výměníku od ohřáté OV na teplotu, kterou jsme si nastavili. Po skončení odběru teplé užitkové vody, kotel opět vytápí otopný systém, v letním provozu je ohřívána pouze TUV. Bezpečnost provozu kotle zajišťuje provozní jednotka, havarijní termostat a manostat. Havarijní termostat zajišťuje uzavření přívodu plynu do kotle při překročení maximální povolené teploty vody ve výměníku. Kotel je vyřazen z provozu a přetopení je signalizováno jako porucha. Manostat zabezpečí, že nedojde ke spuštění kotle, aby se v uzavřené spalovací komoře nenahromadily spaliny. Toto nebezpečí může vzniknout pokud dojde k ucpání odtahu spalin, nebo se nezapne ventilátor apod. Správnost fungování manostatu je nutno min. jednou ročně nechat zkontrolovat odbornou firmou. Kotel může být instalován do otevřených nebo uzavřených otopných soustav, musí však být dodrženy předepsané parametry (například maximální objem otopné soustavy). Dalším důležitým prvkem při provozu plynového kotle je expanzní nádoba.

Expanzní nádobu volíme s dost velkým objemem, neboť slouží k eliminaci tepelné roztažnosti topného média v systému. Kotel je vybaven také oběhovým čerpadlem, které je ovládáno řídicí deskou a zajišťuje odvod tepla akumulovaného ve spalovací komoře v okamžiku vypnutí kotle. Tímto odstraníme teplotní špičky, prodloužíme životnost výměníku a snížíme tvorbu vodního kamene. Čas doběhu je nastaven již ve výrobním závodu. Odtah spalin může mít dvě provedení a to koaxiální odkouření, kdy potrubí musí mít minimální spád 3% od kotle směrem dolů a nebo dvou-trubkové odkouření. Při tomto způsobu odtahu spalin je použit rozdělovač, kdy odvod spalin je veden středem a sání vzduchu probíhá na kraji rozdělovače.

7.3 Kotel na dřevěné pelety

Benekov C 25 P

Tento teplovodní kotel je určen pro vytápění rodinných domů, budov, které potřebují pro vytápění tepelný výkon maximálně 25 kW. Palivem vhodným pro tento kotel jsou dřevěné pelety. Výhodou jsou nízké provozní náklady a velmi jednoduchá a časově nenáročná obsluha kotlů.

Tabulka 6: Technické parametry a rozměry kotle

Typ kotle		Benekov C 25 P
Hmotnost	kg	402
Obsah vodního prostoru	dm ³	89
Průměr kouřovodu	mm	145
Teplosměnná plocha kotle	m ²	2,84
Kapacita zásobníku paliva	dm ³	370
Rozměry kotle š x h x v	mm	1165 x 990 x 1475
Rozměr plnicího otvoru	mm	560 x 343
Třída kotle dle ČSN EN 303-5		3
Doporučená provozní teplota topné vody	°C	65 – 80
Nejmenší teplota vstupní vody	°C	60
Hladina hluku	dB(A)	46
Komínový tah	mbar	0,15 – 0,20
Maximální elektrický příkon	W	84

Tabulka 7: Tepelně technické parametry kotle

Typ kotle		Benekov C 25 P
Jmenovitý výkon	kW	25
Regulovatelný výkon	kW	7,5 – 25
Spotřeba paliva	kg.h ⁻¹	1,8 – 5,7
Doba hoření při jmenovitém výkonu a plném zásobníku	h	42
Teplota spalin	°C	370
- při jmenovitém výkonu	°C	169
- při minimálním výkonu	°C	88
Účinnost	%	90,8
Hmotnostní průtok spalin na výstupu		
- při jmenovitém výkonu	kg.s ⁻¹	0,02
- při minimálním výkonu	kg.s ⁻¹	0,01

V následující tabulce najdeme údaje předepsaných vlastností paliva pro tento kotel.

Tabulka 8: Předepsané palivo pro kotle

Typ paliva		Dřevěné pelety
Zrnitost	mm	průměr 6 – 14
Délka	mm	max. 30
Sypná hmotnost	kg/m ³	600 – 650
Obsah vody	%	max. 12
Obsah popele	%	max. 1,5
Výhřevnost	MJ.kg ⁻¹	min. 17

Popis kotle

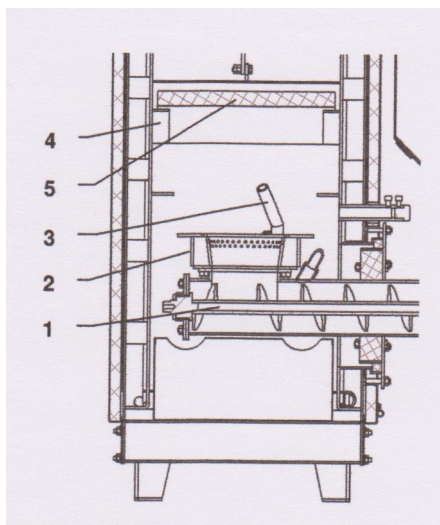
Kotel pracuje na principu spodního přikládání paliva. Kotlové těleso je svařeno z ocelových kotlových plechů, všechny části kotlového tělesa na hranici spalin a topné vody jsou vyrobeny z 5 mm tlustého plechu. Ztrátám sdílení tepla do okolí zabraňuje izolace tělesa kotle. Opláštění kotle je opatřeno komaxitovým nástřikem. Spalovací komora s

hořákem je umístěna v přední části kotlového tělesa,. Předávání tepla ze spalin do topné vody probíhá v 3 – tahovém lamelovém výměníku v zadní části tělesa kotle. Lamelový výměník je opatřen čističem, kterým můžeme v průběhu čistit teplosměnné plochy. Čistič ovládáme pákou umístěnou na boku kotle. Hořák tvoří šnekový podavač paliva a ocelový rošt. Podavač paliva sestává ze žlabu pro přivádění paliva, kanálu pro přivádění spalovacího vzduchu a jejich propojení, které vyrovnává tlak pod ohništěm a zamezuje prostupu kouře do zásobníku paliva v průběhu hoření. Dokonalému spalování pomáhá keramický reflektor umístěný nad hořákem (tok spalin, snižování ulétavé prašnosti).

Zásobník paliva je umístěn na levé nebo pravé straně kotle, dle našich potřeb. Na jeho zadní straně je možno přimontovat pneumatický nebo šnekový dopravník paliva. V zásobníku nad šnekovým podavačem paliva vyúsťuje havarijní hasící zařízení. Na straně kotle, pod zásobníkem paliva se nachází ventilátor spalovacího vzduchu, jehož množství je ovládáno řídicí jednotkou kotle.

V zadní části kotle jsou pak umístěny dva vývody pro vstup a výstup vody, dále je zde umístěn vývod pro vypouštěcí kohout. V této zadní části kotle také najdeme nástavec pro odvádění spalin do komína, které zlepšíme na tah požadovaný instalací komínového tahu.

- 1 – display řídicí jednotky kotle
- 2 – víko zásobníku paliva
- 3 – uzávěr víka zásobníku paliva
- 4 – aretační šroub s plastovou hlavou
- 5 – čelní panel
- 6 – páka čističe a zatápěcí klapky
- 7 - zásobník paliva
- 8 – uzávěr krytu dvířek
- 9 – krycí plech podavače paliva
- 10 – kryt dvířek
- 11 – příruba pro montáž odpopelňovače
- 12 – víko kotle
- 13 – příruba pro montáž přídatného dopravníku paliva
- 14 – havarijní hasící zařízení
- 15 – nátrubek hladinoznaku
- 16 – havarijní termostat
- 17 – rozvaděč řídicí jednotky s konektory
- 18 – šnekový podavač paliva
- 19 – pohon šnekového podavače paliva
- 20 – dochlazovací smyčka s termostatickým ventilem
- 21 – těleso kotle
- 22 – noha



Obrázek 16: Řez spalovací komorou

- 1 – šnekový podavač paliva
- 2 – rošt
- 3 – trubky sekundárního vzduchu
- 4 – nosník keramického reflektoru
- 5 – keramický reflektor

Regulaci a řízení kotle zabezpečuje řídicí jednotka. Bezpečný chod kotle kontrolují zabezpečovací prvky, kterými jsou havarijní termostat, dochlazovací smyčka, tepelná ochrana motoru, reverz podavače, havarijní hasicí zařízení a zatápěcí klapka. Zatápěcí klapka reguluje teplotu spalin při výstupu z kotle, najdeme ji mezi druhým a třetím tahem v horním díle lamelového výměníku. Klapka musí být při provozu kotle uzavřena (když je teplota spalin větší než 100 °C). Havarijní hasicí zařízení chrání proti prohoření paliva do zásobníku. Pokud se na dně zásobníku teplota dostane nad 95 °C, nataví se parafínová zátka a ochladí se místo vodou z plastové nádoby. Druhou možnou variantou je termostatický ventil s tlakovou nádobou, kdy se při zvýšení teploty nad 95 °C tento ventil otevře a ochladí místo vodou z vodovodu, případně z nainstalované nádoby. Reverz podavače používáme ke spuštění zpětného chodu šnekového podavače paliva v případě zablokování šnekové hřídele zapnutím tlačítka umístěného u pohonu podavače. Pracovní

teplota motoru při provozu kotle dosahuje až 85 °C, pokud však dojde k zablokování podavače paliva hrozí spálení motoru a prohoření paliva do zásobníku. Tepelná ochrana motoru slouží k ochraně motoru a také k vypnutí ventilátoru při této poruše. Dalším velmi důležitým prvkem, který brání přehřátí kotle je dochlazovací smyčka. Tvoří jej trubka v zadní části tělesa kotle a termostatický ventil, který je napojen na vodovod. Pokud stoupne teplota topné vody v kotli nad 95 °C, otevře se ventil a vody proudící z vodovodu odvádí nadbytečné teplo z kotle do kanalizace. Po ochlazení topné vody se ventil automaticky uzavře. Havarijní termostat umístěný na zadní stěně kotle v rozvaděči řídicí jednotky také slouží k ochraně proti přehřátí, je nastaven výrobcem na teplotu 95 °C.

8 Ekonomické hodnocení vybraných systémů vytápění

V projektu jsem se zaměřila na porovnání investice do tří alternativních zdrojů vytápění, kotle na dřevo, kotle na pelety a plynového kotle. Jedná se o vytápění soukromého domu, tudíž z provozu nebudeme mít výnosy, nebudeme platit daň ze zisku ani uplatňovat odpisy.

Údaje pro výpočet

- doba životnosti projektu 15 let – doba, po kterou bude projekt provozován a po kterou bude hodnocena jeho ekonomická efektivnost
- zisk není, daně nejsou
- investice do zařízení – částka, kterou investujeme na začátku doby životnosti do projektu
- roční náklady – náklady celého projektu za jeden rok
- změna ročních nákladů - % ročních nákladů, o které se roční náklady změní například z důvodů změny cen energií

Pro výpočet použijeme kritérium čisté současné hodnoty (NPV), které je vhodné použít v případě porovnání projektů se stejnou dobou životnosti. V NPV je zahrnuta celá doba životnosti projektu a také možnost investovat do jiného projektu se stejným rizikem.

Druhým použitým kritériem jsou roční ekvivalentní finanční toky. V našem případě investici budeme hodnotit na základě nákladů, proto hledáme variantu s nejnižšími ročními ekvivalentními finančními toky. Toto kritérium je vhodné při porovnávání různých variant se stejným rokem počáteční investice.

Pro výpočet jsem použila finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investice dostupný na stránkách TZB – info [9]. Při výpočtu počítáme v 0 roce

jen s počáteční investicí, zařízení je pak uvedeno do provozu až v následujícím roce.

Tabulka 9: Hodnocení ekonomické efektivnosti investic – varianta A

Druh kotle	Kotel na dřevo	Kotel na pelety	Kotel plynový
Typ kotle	Benekov D 25	Benekov C 25 p	Meteor Plus Turbo
Jmenovitý výkon (kW)	25	25	8,9 – 23
Cena bez DPH (Kč)	35900	89900	19500
Cena s DPH 20% (Kč)	43080	107880	23400
Cena přídatných zařízení s DPH 20%	0	38000	1000
Cena celkem	43080	145880	24400
Náklady na vytápění (Kč/rok)	17808	21142	38210
Roční změna nákladů (%)	3	3	3
NPV – čistá současná hodnota	-302420	-453773	-580856
Roční ekvivalentní finanční toky investice	-25333	-38011	-48656

V našem případě, kdy předpokládáme stejný růst cen za energie a palivo (3 %), je u varianty A z ekonomického hlediska nejvýhodnější investicí kotel na dřevo, na druhém místě je kotel na pelety, a nejhorší investicí je kotel na zemí plyn a to z důvodů vysokých provozních nákladů, které i přes poměrně nízkou pořizovací cenu kotle investici značně znevýhodní.

Vedle ekonomického zhodnocení investice, sledujeme i další faktory, které nás ovlivňují při výběru vhodné varianty. Tyto faktory uvedené v tabulce číslo 12 však nemůžeme vyjádřit penězi, proto nejsou zahrnuty do naší finanční analýzy. Jako investoři se tedy rozhodujeme pro realizaci investice po zhodnocení všech hledisek, které nás ovlivňují při výběru řešení. Tabulka číslo 10 zobrazuje provozní náklady v čase, tedy náklady za 1 rok provozu zařízení a za 15 let provozu zařízení.

Tabulka 10: Provozní náklady v čase – varianta A

	Náklady za 1 rok (Kč)	Náklady za 15 let (Kč)
Dřevo	17808	267120
Pelety dřevěné	21142	317130
Zemní plyn	38210	573150

V následující tabulce vidíme velikost úspor při topení dřevem ve srovnání s peletami a plynem za období 1 roku a úspory, kterých dosáhneme celkově za 15 let provozu kotle na dřevo.

Tabulka 11: Úspory při topení dřevem – varianta A

Úspory při topení dřevem	Za 1 rok (Kč)	Za 15 let (Kč)
Ve srovnání s peletami	3334	50010
Ve srovnání s plynem	20402	306030

Tabulka 12: Faktory ovlivňující výběr vhodné varianty vytápění

Komfort obsluhy	Palivo	Ostatní
perioda přikládání	druh paliva	prostorová náročnost na instalaci
čistota provozu	možnost záměny paliva	provozní parametry při sníženém výkonu
možnost regulace na dálku	požadavky na kvalitu paliva	servis
snadnost obsluhy a ovládání	dostupnost paliva	dynamika kotle
snadnost přikládání	požadavky na velikost skladovacích ploch	design
odpopelnění		rizika havárie při provozu
		náročnost instalace a zprovoznění zařízení
		reference

V našem případě, kdy opět předpokládáme stejný růst cen za energie a palivo (3 %), je u varianty B z ekonomického hlediska nejvýhodnější investicí kotel na dřevo, na druhém místě je kotel na pelety, a nejhorší investicí je stejně jako u první varianty kotel na zemí plyn. Celkově je varianta B v porovnání s variantou A značně nevýhodná z ekonomického hlediska a je třeba hledat řešení pro snížení tepelných ztrát a tím zvýšení úspor.

Tabulka 13: Hodnocení ekonomické efektivity investic - varianta B

Druh kotle	Kotel na dřevo	Kotel na pelety	Kotel plynový
Typ kotle	Benekov D 25	Benekov C 25 p	Meteor Plus Turbo
Jmenovitý výkon (kW)	25	25	8,9 – 23
Cena bez DPH (Kč)	35900	89900	19500
Cena s DPH 20% (Kč)	43080	107880	23400
Cena přídatných zařízení s DPH 20%	0	38000	1000
Cena celkem	43080	145880	24400
Náklady na vytápění (Kč/rok)	40712	48334	82838
Roční změna nákladů (%)	3	3	3
NPV – čistá současná hodnota	-635973	-849773	-1230779
Roční ekvivalentní finanční toky investice	-53273	-71183	-103098

Tabulka číslo 14 zobrazuje provozní náklady v čase, tedy za 1 rok provozu zařízení a za 15 let provozu zařízení u varianty B.

Tabulka 14: Provozní náklady v čase - varianta B

	Náklady za 1 rok (Kč)	Náklady za 15 let (Kč)
Dřevo	40712	610680
Pelety dřevěné	48334	725010
Zemní plyn	82838	1242570

V následující tabulce vidíme velikost úspor při topení dřevem ve srovnání s peletami a plynem za období 1 roku a úspory, kterých dosáhneme celkově za 15 let provozu kotle na dřevo u varianty B.

Tabulka 15: Úspory při topení dřevem - varianta B

Úspory při topení dřevem	Za 1 rok (Kč)	Za 15 let (Kč)
Ve srovnání s peletami	7622	114330
Ve srovnání s plynem	42126	631890

Při porovnání výsledků jsem došla k závěru, že nejúspornějším způsobem vytápění u obou posuzovaných variant domu je vytápění pevnými palivy. Nejlevnějším způsobem vytápění se jeví použití zplyňovacího kotle na dřevo, potom následuje vytápění dřevěnými peletami. Nejdražším zdrojem tepla z posuzovaných možností je kotel na zemní plyn. Konečné rozhodnutí o volbě topného systému však zůstává na investorovi, který musí zvážit jak své finanční možnosti, ale také osobní preference.

9 Závěr

Cílem této studie bylo určit systém vytápění, který je vhodný použít pro vybrané objekty. Zaměřila jsem se na porovnání dvou srovnatelných rodinných domů o stejné výměře s různou velikostí tepelných ztrát. Posuzovány byly tedy dvě varianty s tepelnými ztrátami 10 kW a 15 kW. Pro hodnocení jsem vybrala tři často používané zdroje tepla, kterými jsou zplyňovací kotel na dřevo, plynový kotel a kotel na dřevěné pelety. Z ekonomického hlediska nejvýhodnější investicí vychází u obou variant kotel na dřevo, na druhém místě je kotel na pelety, a nejhorší investicí je kotel na zemní plyn a to z důvodů vysokých provozních nákladů, které i přes poměrně nízkou pořizovací cenu kotle investici značně znevýhodnily. U varianty B s vyššími tepelnými ztrátami, je také nutno zvážit investici, která by pomohla tyto tepelné ztráty snížit, protože i přesto, že kotel na dřevo by byl nejvhodnější investicí z ekonomického hlediska, jsou provozní náklady velmi vysoké. Návratnost jednotlivých systémů nelze jednoznačně stanovit, protože ceny jednotlivých energií se neustále mění, lze je tedy určit pouze orientačně dle předpokládaného vývoje těchto cen.

Dle mého názoru je nejvýhodnějším způsobem vytápění domu spalováním dřeva ve zplyňovací kotli, které je z ekonomického hlediska nejlepší investicí. Při spalování dřeva můžeme navíc výši nákladů ovlivnit sami tím, zda se rozhodneme dát přednost pohodlí a budeme používat již připravené dražší palivo, nebo jestli do přípravy paliva vložíme vlastní práci a tím ušetříme na provozních nákladech. Vytápění dřevem jako obnovitelným zdrojem energie je vhodné také z ekologického hlediska.

Závěrečná volba topného systému však zůstává na investorovi, jelikož nemůžeme posoudit jeho ekonomické možnosti a ochotu investovat. Dalšími důvody ponechání konečného rozhodnutí na investorovi je různý pohled na ostatní faktory, které nás při výběru topného systému ovlivňují a to zejména perioda přikládání, čistota provozu, snadnost obsluhy a ovládání. Důležité jsou také jeho další záměry při využívání objektu.

10 Seznam použitých pramenů

[1] *Benekov: Úsporné teplo pro pohodlný život* [online]. Horní Benešov, 2012 © [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.benekov.cz/>

[2] *EkoWATT: Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie* [online]. © 2011 [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/>

[3] *ENERGETIKA.CZ: Vše, co chcete vědět o energii, ale bojíte se zeptat...* [online]. 2012 © [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.energetika.cz/?id=71&cl=469>

[4] *Hestia VIVID 5* [online]. 2012 © [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/>

[5] *HENERGIE. Infoenergie* [online]. c 21.12.2003, 14.12.2011 20:41 [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: <http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php>

[6] *MORA TOP, S. R. O. Nástěnný plynový kotel: Návod k obsluze a montáži.* [online]. 1 - 36 [cit. 2012-02-09]. DOI: 7358123. Dostupné z: http://www.moratop.cz/files/Meteor-Plus_110421.pdf

[7] *PZP KOMPLET, a.s. PZP KOMPLET, a.s.: Výrobce tepelných čerpadel a moderních průmyslových technologií* [online]. c 2012 [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: <http://www.pzp.cz/>

[8] *Tabulky a výpočty: finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. TZB info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

[9] *Tabulky a výpočty: porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. TZB info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>

[10] *Tabulky a výpočty: potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. TZB info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

[11] TOPENÁŘI EKOMPLEX. *Ekomplex: Topení | Vytápění | Topenáři - topenářské práce* [online]. c 2012 [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni.php>

[12] TOPINFO, s. r. o. *TZB info: stavebnictví, úspory energií, technické zařízení budov* [online]. c 2001 - 2012 [cit. 2012-02-09]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/>

[13] *VERNER: expert na teplo* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-13]. ISO 9001:2009. Dostupné z: <http://www.kotle-verner.cz/>

[14] *Vytápění rodinných domů: Rady pro ekologické i ekonomické řešení každé obytné stavby* [online]. © 2010 [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.vytapani-rodinnych-domu.cz/>

[15] *Vytápění.cz: vytápění pro všechny* [online]. © 2010 [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.vytapani.cz/>